

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003年9月4日 (04.09.2003)

PCT

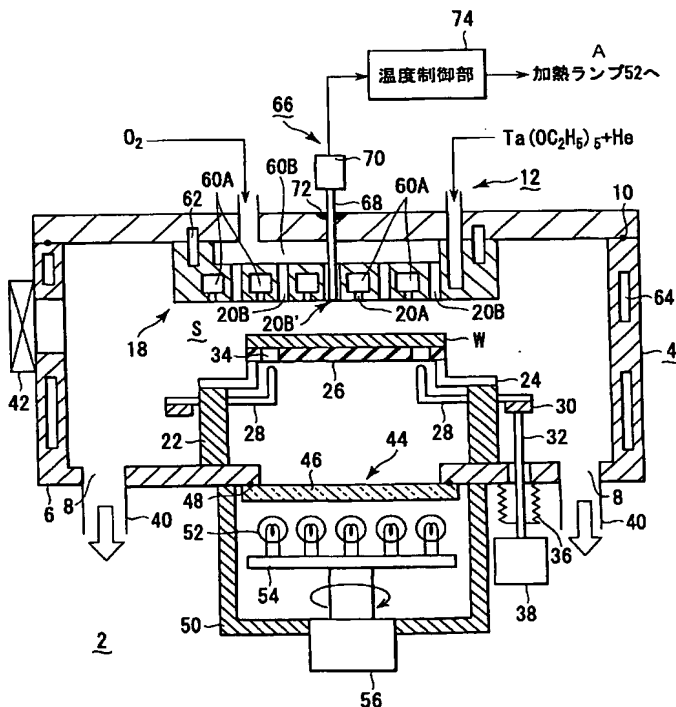
(10) 国際公開番号
WO 03/073490 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/31 [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目3番6号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/02327
- (22) 国際出願日: 2003年2月28日 (28.02.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-54541 2002年2月28日 (28.02.2002) JP
特願2002-177192 2002年6月18日 (18.06.2002) JP
特願2002-365813 2002年12月17日 (17.12.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED)
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高木 俊夫 (TAKAGI, Toshio) [JP/JP]; 〒407-0192 山梨県 韮崎市 穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロンAT株式会社内 Yamanashi (JP). 佐久間 健 (SAKUMA, Takeshi) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP). 加藤 雄二 (KATO, Yuji) [JP/JP]; 〒407-0192 山梨県 韮崎市 穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロンAT株式会社内 Yamanashi (JP). 松本 賢治 (MATSUMOTO, Kenji) [JP/JP]; 〒407-0192 山梨県 韮崎市 穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロンAT株式会社内 Yamanashi (JP).

[続葉有]

(54) Title: SHOWER HEAD STRUCTURE FOR PROCESSING SEMICONDUCTOR

(54) 発明の名称: 半導体処理用のシャワーヘッド構造



(57) Abstract: A shower head structure disposed in a device (2) for processing a semiconductor while supplying processing gas to a processing space (S) for storing a heated processed substrate (W), comprising a shower head (12) having a plurality of gas injection holes (20B) for supplying the processing gas and a light introducing rod (68) of a radiation thermometer (66) inserted into at least one of the gas injection holes (20B).

(57) 要約: 加熱された被処理基板 (W) を収容する処理空間 (S) に対して処理ガスを供給しながら半導体処理を行う装置 (2) 内にシャワーヘッド構造が配設される。シャワーヘッド構造は、前記処理ガスを供給する複数のガス噴射孔 (20B) を有するシャワーヘッド (12) と、前記ガス噴射孔 (20B) の少なくとも1つに挿通された放射温度計 (66) の光導入ロッド (68) と、を含む。

74...TEMPERATURE CONTROL PART
A...TO HEATING LAMP (52)



(74) 代理人: 鈴江 武彦, 外(SUZUYE, Takehiko et al.); 〒
100-0013 東京都千代田区霞が関3丁目7番2号 鈴
栄特許総合法律事務所内 Tokyo (JP).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(81) 指定国 (国内): KR, US.

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

半導体処理用のシャワーヘッド構造

技術分野

本発明は金属酸化膜の成膜やエッチング等の処理を行うための半導体処理用のシャワーヘッド構造、並びに半導体処理装置及び方法に関する。なお、ここで、半導体処理とは、半導体ウエハやLCD基板等の被処理基板上に半導体層、絶縁層、導電層等を所定のパターンで形成することにより、該被処理基板上に半導体デバイスや、半導体デバイスに接続される配線、電極等を含む構造物を製造するために実施される種々の処理を意味する。

背景技術

半導体デバイスを製造する際、半導体ウエハに対して成膜処理やパターンエッチング処理が繰り返し施される。成膜処理は半導体デバイスが高密度化及び高集積化するに伴ってその仕様が年々厳しくなっている。例えばキャパシタの絶縁膜やゲート絶縁膜のように非常に薄い酸化膜などに対しても更なる薄膜化と、高い絶縁性とが要求されている。

これらの絶縁膜として、従来よりシリコン酸化膜やシリコン窒化膜等が用いられている。しかし、最近、より絶縁特性の良好な材料として、金属酸化膜、例えばタンタル酸化 (Ta_2O_5) 膜等が用いられる傾向にある (例えば特開平2-283022号公報)。このような金属酸化膜は、薄くても信頼性の高い絶縁性を発揮する。特性の良好な金属酸化膜を形成するには、成膜中の半導体ウエハの温度を精度良く制

御することが望まれる。

このような金属酸化膜は、M O C V D (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) により、即ち、有機金属化合物をガス化して使用することにより堆積することができる。タンタル酸化膜をM O C V Dで形成する場合、原料液として、タンタルの金属アルコキシド、例えば $Ta(O C_2 H_5)_5$ (ペンタエトキシタンタル: P E T) が使用される。原料液は、窒素ガス等でバブリング、または気化温度に維持された気化器により気化されることにより、ガス状態で真空雰囲気に設定された処理室内に供給される。これと共に、酸素等の酸化ガスが処理室内へ供給される。供給された原料は、例えば450℃程度のプロセス温度に加熱された半導体ウエハの表面上で分解により成膜材料を提供する。この成膜材料により、ウエハの表面上にタンタル酸化($Ta_2 O_5$)膜が堆積により形成される。

従来の、半導体処理用の枚葉式熱処理装置においては、処理温度の管理を行うため、ウエハを載置する載置台(サセプタ)に、温度検出手段として熱電対が配設される。この熱電対により、ウエハの温度が間接的に検出され、この検出値に基づいて加熱ランプやヒータ等の加熱手段の出力が制御され、従ってウエハ温度が制御される。即ち、この種の熱電対は、上述のように直接的には載置台の温度を検出し、この上に載置されているウエハ温度を間接的に求める。このため、実際のウエハ温度と検出温度との間にある程度の温度差が生ずることは避けられない。

熱電対に代えて、測定対象の特定波長帯域の放射輝度から測定対象の温度を測定する放射温度計を用いてウエハ温度を測定することが提案されている（例えば特開平 8 - 2 6 4 4 7 2 号公報（第 4 ～ 5 頁、図 1 及び図 2）、特開平 1 1 - 4 5 8 5 9 号公報（第 4 頁、図 1））。この放射温度計によれば、非接触でウエハ温度を直接的に正確に測定し、検出することができる。

放射温度計を用いる場合、ウエハからの光を取り込むための光検出子の入射面に余分な薄膜が付着すると、この薄膜により光が吸収されて正確にウエハ温度を測定できなくなる。このため、ウエハに対する成膜処理中には処理空間に晒される光検出子の入射面、或いは入射面と処理空間とを区画する透明ガラス基板等に対し、薄膜を付着させないようにしなければならない。

しかしながら、例えば、余分な薄膜の付着を防止するだけの目的で入射面、或いは入射面と処理空間とを区画する透明ガラス基板等に何等かのガスを供給すると、この余分なガスのために金属酸化膜を形成するのに必要なソースガス（例えばペンタエトキシタンタル）の分圧が低下する。その結果、ガスを供給した部分の膜厚が変化し、ウエハ面内における膜厚の均一性が劣化する。

また加熱ランプを用いた処理装置にあっては、加熱ランプから放射された熱線の一部が処理室内で乱反射し、この熱線が最終的に放射温度計へ入射する場合がある。この場合にはウエハ温度を正確に測定することができない。

発明の開示

本発明の目的は、放射温度計を用いた場合にあっては半導体処理の面内均一性を高めることが可能なシャワーヘッド構造、並びに半導体処理装置及び方法を提供することにある。

また、本発明の他の目的は、加熱ランプからの熱線の乱反射による影響を除いて、被処理基板の温度を精度良く測定することができる半導体処理装置を提供することにある。

本発明の第1の視点は、加熱された被処理基板を収容する処理空間に対して処理ガスを供給しながら半導体処理を行う装置におけるシャワーヘッド構造であって、

前記処理ガスを供給する複数のガス噴射孔を有するシャワーヘッドと、

前記ガス噴射孔の少なくとも1つに挿通された放射温度計の光導入ロッドと、

を具備する。

本発明の第2の視点は、加熱された被処理基板を収容する処理空間に対して処理ガスを供給しながら半導体処理を行う半導体処理装置であって、

前記処理空間を形成すると共に真空排気可能な処理室と、

前記処理室内で前記基板を載置する載置台と、

前記載置台上の前記基板を加熱するヒータと、

前記処理ガスを供給する複数のガス噴射孔を有するシャワーヘッドと、

前記ガス噴射孔の少なくとも1つに挿通された放射温度計の光導入ロッドと、

前記放射温度計の検出値に基づいて前記ヒータを制御する温度制御部と、
を具備する。

本発明の第3の視点は、加熱された被処理基板を収容する処理空間に対して処理ガスを供給しながら半導体処理を行う装置であって、

前記処理空間を形成すると共に真空排気可能な処理室と、
前記処理室内で前記基板を載置する載置台と、
前記載置台上の前記基板を加熱するヒータと、
前記載置台に設けられた温度測定器と、
前記処理ガスを供給する複数のガス噴射孔を有するシャワーヘッドと、

前記ガス噴射孔の少なくとも1つに挿通された放射温度計の光導入ロッドと、

前記温度測定器の検出値に基づいて前記ヒータを制御する温度制御部と、

温度校正用のダミー基板を用いてダミー処理を行った時の前記放射温度計の検出値と前記基板の目標温度値とに基づいて前記温度制御部における前記載置台の設定温度値を校正する温度校正制御部と、
を具備する。

本発明の第4の視点は、加熱された被処理基板を収容する処理空間に対して処理ガスを供給しながら半導体処理を行う装置であって、

前記処理空間を形成すると共に真空排気可能な処理室と、

前記処理室内で前記基板を載置する載置台と、

前記載置台の下方に配設された、前記載置台上の前記基板を加熱する加熱ランプを具備するヒータと、

前記載置台の周囲と接触してこれを保持するリング状の保持部材と、前記保持部材は熱伝導性が低く且つ前記加熱ランプからの熱線を遮断するように着色されることと、

前記処理室の天井に配設された前記処理ガスを供給するシャワーヘッドと、

前記シャワーヘッドの上部に取り付けられた放射温度計と、

前記放射温度計の検出値に基づいて前記ヒータを制御する温度制御部と、
を具備する。

本発明の第5の視点は、加熱された被処理基板を收容する処理空間に対して処理ガスを供給しながら半導体処理を行う装置であって、

前記処理空間を形成すると共に真空排気可能な処理室と、

前記処理室内で前記基板を載置する載置台と、

前記載置台上の前記基板を加熱するヒータと、

前記処理室の天井に配設された前記処理ガスを供給するシャワーヘッドと、

前記シャワーヘッドを上下方向へ貫通するように形成された熱線導出通路と

前記熱線導出通路の上端開口部に測定窓を介して対向する放射温度計と、

前記熱線導出通路に不活性ガスを導入するための不活性ガ

ス導入通路と、
を具備する。

第5の視点の装置において、前記熱線導出通路の下端開口部より流出して前記載置台の外側に向けて流下しつつ拡散して行く前記不活性ガスの主ガス流が、前記載置台の上面と同一の水平レベルまで流下する位置が、前記載置台上の前記基板の外周よりも外側になるように、前記熱線導出通路が前記シャワーヘッドの中心より離れて配置されるようにすることができる。

本発明の第6の視点は、加熱された被処理基板を収容する処理空間に対して処理ガスを供給しながら半導体処理を行う方法であって、

前記処理空間を形成すると共に真空排気可能な処理室内で前記基板をヒータにより加熱する工程と、

前記ヒータにより加熱された前記基板に対して、シャワーヘッドの複数のガス噴射孔から前記処理ガスを供給して前記半導体処理を行う工程と、

前記半導体処理中、前記ガス噴射孔の少なくとも1つに挿通された光導入ロッドを有する放射温度計の検出値に基づいて前記ヒータを制御する工程と、
を具備する。

本発明の第7の視点は、加熱された被処理基板を収容する処理空間に対して処理ガスを供給しながら半導体処理を行う方法であって、

前記処理空間を形成すると共に真空排気可能な処理室内に

配設された載置台上で前記基板をヒータにより加熱する工程と、

前記ヒータにより加熱された前記基板に対して、シャワーヘッドの複数のガス噴射孔から前記処理ガスを供給して前記半導体処理を行う工程と、

前記半導体処理中、前記載置台に設けられた温度測定器の検出値に基づいて前記ヒータを制御する工程と、

前記載置台上で温度校正用のダミー基板を前記ヒータにより加熱してダミー処理を行う工程と、

前記ダミー処理中、前記ダミー基板の温度を、前記ガス噴射孔の少なくとも1つに挿通された光導入ロッドを有する放射温度計によりモニタする工程と、

前記放射温度計の検出値と前記基板の目標温度値とに基づいて前記載置台の設定温度値を校正する工程と、
を具備する。

図面の簡単な説明

図1は本発明の実施の形態に係るシャワーヘッド構造を有する半導体処理装置を示す構成図。

図2は図1図示のシャワーヘッド構造のガス噴射面を示す模式図。

図3は図2図示のガス噴射面の一部を示す拡大図。

図4は図1図示のシャワーヘッド構造の一部を示す拡大断面図。

図5は成膜処理を行う前の熱電対（ウエハに装着）の計測温度と放射温度計の計測温度との差（放射温度計値－熱電対

値)を示すグラフ。

図6は成膜処理を行う前後の熱電対(ウエハ装着)の計測温度と放射温度計の計測温度との差(放射温度計値－熱電対値)の変化を示すグラフ。

図7は本発明の別の実施の形態に係るシャワーヘッド構造であって、載置台を内周と外周の2つの加熱ゾーンに分割した時のガス噴射面に対する光導入ロッドの配置状態を示す図。

図8は本発明の更に別の実施の形態に係るシャワーヘッド構造であって、載置台を内周と、中周と、外周の3つの加熱ゾーンに分割した時のガス噴射面に対する光導入ロッドの配置状態を示す図。

図9は本発明の更に別の実施の形態に係る半導体処理装置を示す構成図。

図10は本発明の更に別の実施の形態に係る半導体処理装置を示す構成図。

図11A、Bは図10図示の装置における光導入ロッドの動作を示す部分拡大図。

図12A、Bは本発明の更に別の実施の形態に係る半導体処理装置における光導入ロッドの動作を示す部分拡大図。

図13は本発明の更に別の実施の形態に係る半導体処理装置を示す構成図。

図14は本発明の更に別の実施の形態に係る半導体処理装置を示す構成図。

図15は図14図示の装置における放射温度計の検出値と熱電対の検出値とを比較する表を示す図。

図 1 6 は本発明の更に別の実施の形態に係る半導体処理装置を示す構成図。

図 1 7 は図 1 6 図示の装置の載置台の周辺部を示す拡大断面図。

図 1 8 は本発明の更に別の実施の形態に係る半導体処理装置を示す構成図。

図 1 9 は図 1 8 図示の装置を用いて成膜した時の半導体ウエハの表面を模式的に示す図。

図 2 0 は本発明の更に別の実施の形態に係る半導体処理装置を示す構成図。

図 2 1 は図 2 0 図示の装置を用いて成膜した時の半導体ウエハの表面を模式的に示す図。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施の形態について図面を参照して以下に説明する。なお、以下の説明において、略同一の機能及び構成を有する構成要素については、同一符号を付し、重複説明は必要な場合にのみ行う。

図 1 は本発明の実施の形態に係るシャワーヘッド構造を有する半導体処理装置を示す構成図である。ここでは、半導体処理として金属酸化膜であるタンタル酸化膜を C V D により成膜する場合を例にとって説明する。

図 1 に示すように、処理装置 2 は、例えばアルミニウムにより筒体状に成形された処理室 4 を有する。処理室 4 の底部 6 には排気口 8 が配設され、処理室 4 内が真空排気可能となる。処理室 4 の天井には、Ｏリング等のシール部材 1 0 を介

してシャワーヘッド 12 が配設される。シャワーヘッド 12 の下面のガス噴射面 18 には多数のガス噴射孔 20A、20B が形成される。ガス噴射孔 20A、20B から処理空間 S に向けて各種の処理ガスが噴射される。

処理室 4 内には、シャワーヘッド 12 に対向して、被処理基板である半導体ウェハ W を載置するための載置台 26 が配設される。載置台 26 は、処理室 4 の底部 6 より起立させた円筒状のリフレクタ 22 上に、例えば L 字状の 3 本の保持部材 24（図 1 では 2 本のみ記す）を介して支持される。

載置台 26 の下方には、複数本、例えば 3 本の L 字状のリフタピン 28（図示例では 2 本のみ記す）が上方へ起立して配設される。リフタピン 28 の基部は、リフレクタ 22 に形成した縦長挿通孔（図示せず）を挿通して、リング部材 30 に共通に接続される。リング部材 30 には、処理室 4 の底部 6 を貫通して設けられた押し上げ棒 32 が取り付けられる。押し上げ棒 32 の処理室底部 6 の貫通部には、処理室 4 内部の気密状態を保持するために伸縮可能なベローズ 36 が介設される。押し上げ棒 32 の下端はアクチュエータ 38 に接続される。アクチュエータ 38 により押し上げ棒 32 が上下動されることにより、リフタピン 28 が、載置台 26 の貫通孔 34 を通して選択的に載置台 26 から突出し、ウェハ W を昇降させる。

処理室 4 の底部の周縁部には、排気通路 40 を介して真空ポンプ（図示せず）に接続された排気口 8 が形成される。この真空ポンプにより、処理室 4 内を所定の真空度まで真空排

気することができる。また、処理室 4 の側壁には、ウエハを搬出入する際に開閉されるゲートバルブ 4 2 が配設される。

載置台 2 6 の直下の処理室底部 6 には、大口径の底部開口 4 4 が配設される。底部開口 4 4 には、石英等の熱線透過材料からなる透過窓 4 6 がＯリング等のシール部材 4 8 を介して気密に配設される。透過窓 4 6 の下方には、透過窓 4 6 を囲むように箱状の加熱室 5 0 が配設される。加熱室 5 0 内には加熱手段として例えば複数の加熱ランプ 5 2 が反射鏡も兼ねる回転台 5 4 に取り付けられる。回転台 5 4 は、回転軸を介して加熱室 5 0 の底部に配設された回転モータ 5 6 により回転される。加熱ランプ 5 2 より放出された熱線は、透過窓 4 6 を透過して薄い載置台 2 6 の下面を照射してこれを加熱し、更に載置台 2 6 上のウエハ W を間接的に加熱する。

一方、処理室 4 の天井に配設されたシャワーヘッド 1 2 は、例えば、特開平 1 0 - 7 9 3 7 7 号公報（USP 6,143,081）に開示の構造と同様な構造を有する。図 2 はシャワーヘッド 1 2 のガス噴射面を示す模式図である。図 3 は図 2 図示のガス噴射面の一部を示す拡大図である。図 4 はシャワーヘッド 1 2 を含む構造の一部を示す拡大断面図である。

シャワーヘッド 1 2 は載置台 2 6 の上面の略全面を覆うように対向して配設される。シャワーヘッド 1 2 と載置台 2 6 との間に処理空間 S が形成される。シャワーヘッド 1 2 は処理室 4 内に処理ガスとして成膜用の原料ガスや酸素等をシャワー状に導入する。シャワーヘッド 1 2 の下面のガス噴射面 1 8 には、前述のようにガスを噴出するための多数の噴射孔

20A、20Bが形成される。

シャワーヘッド12内は、原料ガス用ヘッド空間60Aとアシストガス用ヘッド空間60Bとに2つに区画される。原料ガス用ヘッド空間60Aには、原料ガスとして例えばヘリウム等の不活性ガスからなるキャリアガスで気化された気化状態の金属酸化膜原料、例えば金属アルコキシド ($\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$: ペンタエトキシタンタル) が流量制御可能に導入される。アシストガス用ヘッド空間60Bには、成膜反応を行うアシストガスとしてここでは酸化ガスである酸素が流量制御可能に導入される。

ガス噴射孔20A、20Bは、原料ガス用ヘッド空間60Aに連通される原料ガス噴射孔20Aと、アシストガス用ヘッド空間60Bに連通されるアシストガス噴射孔20Bの2つの群に分けられる。成膜時には両ガス噴射孔20A、20Bから噴出された原料ガスとアシストガスである酸素とが処理空間Sにて混合され、いわゆるポストミックス状態で供給される。図2及び図3では両ガス噴射孔を区分するために、便宜上、原料ガス噴射孔20Aを斜線の丸で示し、アシストガス噴射孔20Bを白丸で示す。

シャワーヘッド12の側壁には、側面を加熱するためにヒータ62が配設される。また、処理室4の側壁にも、内面を加熱するためにヒータ64が配設される。ヒータ62、64により、シャワーヘッド12の側面及び処理室4の内面が、原料ガスが液化しないで且つ熱分解しない温度、例えば140～180℃の範囲内の温度に維持に維持される。

シャワーヘッド 12 には放射温度計 66 が配設される。具体的には、放射温度計 66 は、半導体ウエハ W からの光を捕集するための光導入ロッド 68 と、光導入ロッド 68 で取り込んだ光（輝度）に基づいてウエハ W の温度を求める温度検出部 70 とを有する。光導入ロッド 68 は、例えば石英やサファイア等からなる細い棒状体として形成され、シャワーヘッド 12 の天井を貫通して下方向へ直線状に延在する。光導入ロッド 68 の天井に対する貫通部には、気密性を維持するための O リング等のシール部材 72 が配設される。

光導入ロッド 68 の下部は、図 1 及び図 4 にも示すように、ガス噴射面 18 に多数形成されたアシストガス噴射孔 20 B の内の、実質的に中心部に位置するアシストガス噴射孔 20 B' 内に挿通される。ロッド先端は、アシストガス噴射孔 20 B の開口端と略同一水平レベルとなるように設定される。成膜時にアシストガスの噴射孔 20 B' からは O_2 ガスが噴射されるので、光導入ロッド 68 の先端である光導入面 68 A に余分な薄膜が付着することが防止される。

なお、光導入ロッド 68 が光を捕集する範囲は、光導入ロッド 68 の先端から略 45° に広がる角度の範囲とする。このような角度の範囲があるため、温度検出部 70 及び光導入ロッド 68 の設置位置に自由度を持たせることができる。

また、光導入ロッド 68 は、光ファイバのように曲げることができる材料から形成することができる。これにより、光導入ロッド 68 をシャワーヘッド 12 内で自由に引き回すことができ、温度検出部 70 の設置位置に自由度を持たせるこ

とができる。

原料ガス噴射孔 20 A やアシストガス噴射孔 20 B (20 B' も含む) は、ウエハ W の表面に、薄膜が高い面内均一性の膜厚で堆積するようにガス噴射面 18 に適正に分散される。光導入ロッド 68 は、その内の 1 つのアシストガス噴射孔 20 B' に挿通される。これにより、光導入ロッド 68 への膜付着を防止することができる。

この場合、光導入ロッド 68 を挿通したアシストガス噴射孔 20 B' の直下のガス流量の乱れやガス分圧の乱れ等が生じると、アシストガス噴射孔 20 B' の直下近傍のウエハ表面の膜厚に影響を与えて膜厚の面内均一性を劣化させる。このため、光導入ロッド 68 が挿通されたアシストガス噴射孔 20 B' の開口面積 S は、他のアシストガス噴射孔 20 B の開口面積 S_1 よりも、光導入ロッド 68 の断面積に相当する面積 S_2 だけ大きく設定するのが好ましい。

換言すれば、光導入ロッド 68 が挿通されたアシストガス噴射孔 20 B' のガス噴射面積は、開口面積 S より光導入ロッド 68 の断面積 S_2 を引いた値となる。従って、この値が他の一般のアシストガス噴射孔 20 B の開口面積 S_1 、即ちガス噴射面積と略同じになるように設定するのが好ましい。これにより、光導入ロッド 68 をアシストガス噴射孔 20 B' 内に設けても、アシストガスの噴射量の分布に悪影響を受けることを極力抑制することが可能となる。

具体的には、ガス種等にもよるが、原料ガス噴射孔 20 A の直径 D_1 は、例えば 2.5 mm 程度である。一般的なアシ

ストガス噴射孔 20 B の直径 D_2 は例えば 1 mm 程度である。光導入ロッド 68 の直径 D_3 は例えば 1.2 mm 程度である。従って、光導入ロッド 68 を挿通したアシストガス噴射孔 20 B' の直径 D は 1.56 mm 程度である。即ち、アシストガス噴射孔 20 B のドリルによる穿孔形成時に、光導入ロッド 68 を挿通するアシストガス噴射孔 20 B' のみの直径がやや大きくなるように加工を行う。

図 1 に戻って、温度検出部 70 の出力は、例えばマイクロコンピュータ等からなる温度制御部 74 に入力される。温度制御部 74 は、温度検出部 70 の検出値に基づいて、加熱手段である加熱ランプ 52 の出力を制御し、ウェハ温度をコントロールする。

次に、図 1 図示の装置を用いて行われる半導体処理方法の一例について説明する。

まず、真空状態に維持された処理室 4 内に、トランスファチャンバやロードロック室（図示せず）側から、開放されたゲートバルブ 42 を介して未処理の半導体ウェハ W が搬入される。次に、リフタピン 28 を上下動させることによってウェハ W が載置台 26 上に載置される。

次に、処理室 4 内が真空排気されて所定のプロセス圧力に維持されると共に、加熱ランプ 52 により半導体ウェハ W が所定の温度に加熱されて維持される。この状態で、シャワーヘッド 12 から原料ガスと O_2 ガスとが処理空間 S に供給され、これにより、金属酸化膜の成膜処理が行われる。

液体原料である $Ta(OCH_3)_5$ は気化器において

H_eガスにより気化され、原料ガスとして供給される。また、この供給系は原料ガスの再液化防止のために所定の温度、例えば160℃程度に予熱される。シャワーヘッド12の原料ガス用ヘッド空間60Aに流れ込んだ原料ガスは、ガス噴射面18に配設された原料ガス噴射孔20Aから処理空間Sに供給される。一方、シャワーヘッド12のアシストガス用ヘッド空間60Bに到達したO₂ガスは、ガス噴射面18に配設されたアシストガス噴射孔20B、20B'から処理空間Sに供給される。

このように処理空間Sに噴出された原料ガスとO₂ガスとは、処理空間Sで混合されて反応し、成膜材料を提供する。この成膜材料がウエハ表面上に堆積し、例えば酸化タンタル膜(Ta₂O₅)が成膜される。この時、ウエハ温度は400～500℃の範囲内、例えば480℃程度であり、シャワーヘッド12の表面温度は例えば150℃程度である。

ウエハWの表面からの光は、ガス噴射面18の略中央部のアシストガス噴射孔20B'内に配設された放射温度計66の光導入ロッド68で捕集される。この捕集された光に基づいて、ウエハWの表面の温度が温度検出部70で求められる。放射温度計66で検出されたウエハ温度は温度制御部74へ入力され、この入力されたウエハ温度に基づいて、温度制御部74は、加熱ランプ52の出力を制御し、ウエハ温度が所定の値を維持するようにコントロールする。

光導入ロッド68の先端の光導入面68Aに不要な薄膜が付着すると、この薄膜により光導入ロッド68に導入される

光の一部が吸収され、ウエハ温度の検出値が不正確になる恐れがある。しかし、本実施の形態によれば、光導入口ロッド 68 を挿通したアシストガス噴射孔 20 B' からアシストガスとして O_2 ガスが噴射されるので、光導入面 68 A に不要な薄膜が付着することが防止される。光導入面 68 A に不要な薄膜がほとんど付着することはないので、ウエハ温度を常に略正確に検出することができ、従って、ウエハ温度を正確にコントロールすることができる。

また、光導入口ロッド 68 のために特別に取り付け孔を形成する必要もないし、薄膜の付着防止のために余分なガスを用いる必要もない。即ち、成膜反応に必要なアシストガスを供給するアシストガス噴射孔 20 B' に光導入口ロッド 68 を挿通し、このアシストガスにより余分な薄膜が付着することを防止する。このため、光導入口ロッド 68 が配設された箇所の真下近傍の原料ガスの分圧に悪影響を与えることもなく、処理の面内均一性、即ち、ここでは膜厚の面内均一性を劣化させることがない。

また、光導入口ロッド 68 が挿通されたアシストガス噴射孔 20 B' のガス噴射面積（＝開口面積 S － 光導入口ロッド 68 の断面積 S_2 ）は、他のアシストガス噴射孔 20 B の開口面積 S_1 （＝ガス噴射面積）と略同一になるように設定される。このため、アシストガスである O_2 ガスの噴射量の分布が悪影響を受けることがなく、この点より、膜厚の面内均一性を一層高く維持することが可能となる。

なお、光導入口ロッド 68 をアシストガス噴射孔 20 B' で

はなく、原料ガス噴射孔 20 A 内に挿通させることも考えられる。しかし、この場合には、原料ガス中の成分が光導入口 ロッド 68 の光導入面 68 A を含む表面に付着して薄膜を形成するので好ましくない。また、光導入口 ロッド 68 が挿通された噴射孔は、膜厚の面内均一性を劣化させないように、不活性ガスを噴射するようにしてもよい。

次に、シャワーヘッド 12 に取り付けた放射温度計 66 が適正に且つ精度良くウエハ W の温度を測定して検出できるか否か、という点について評価実験を行ったので、その評価結果について説明する。図 5 は成膜処理を行う前の熱電対（ウエハに装着）の計測温度と放射温度計の計測温度との差（放射温度計値－熱電対値）を示すグラフである。図 6 は成膜処理を行う前後の熱電対（ウエハ装着）の計測温度と放射温度計の計測温度との差（放射温度計値－熱電対値）の変化を示すグラフである。

図 5 に結果を示す実験において、プロセス温度は、440℃、460℃、480℃の3通りとした。各プロセス温度において、プロセス圧力を0.3 Torr (40 Pa)、1.2 Torr (160 Pa) 及び2.5 Torr (333 Pa) の3通りに変化させた。アシストガスとしてN₂ガスを1000 sccmで供給した。また、ウエハの真の温度は、このウエハに熱電対を直接的に取り付けて測定した。

図 5 に示すように、放射温度計の計測値と熱電対の計測値との差である温度差は、440～480℃の各温度において-0.4～+0.4℃の範囲内で、±0.5℃の範囲内に納

まる良好な結果を示した。従って、放射温度計で正確にウエハ温度を計測できることが判明した。

図 6 に結果を示す実験において、成膜処理が放射温度計に与える影響を調べるために、実際に成膜処理を行う前の温度差と、成膜処理を行った後の上記温度差がどのように変化するか評価を行った。ここでは、全体として厚さ $2\ \mu\text{m}$ の Ta_2O_5 (タンタル酸化膜) を成膜処理した。また、プロセス温度は 440°C 、 460°C 及び 480°C の 3 通りとした。各プロセス温度において、プロセス圧力を $0.3\ \text{Torr}$ ($40\ \text{Pa}$)、 $1.0\ \text{Torr}$ ($133\ \text{Pa}$)、 $2.5\ \text{Torr}$ ($333\ \text{Pa}$) 及び $5.0\ \text{Torr}$ ($665\ \text{Pa}$) の 4 通りに変化させた。

図 6 に示すように、放射温度計の測定精度は、各プロセス温度に共通して、 $0.3\ \text{Torr}$ の時は温度差が略 -1.0°C まで達してやや劣るが、これは使用に耐え得る範囲内であった。また、プロセス圧力が $1.0\sim 5.0\ \text{Torr}$ の範囲内では、温度差は全て $\pm 0.5^\circ\text{C}$ の範囲内に納まり、同測定精度が特に良好な結果を示すことが判明した。

なお、上記実施の形態にあつては、シャワーヘッド 12 のガス噴射面 18 の略中央部に 1 つの光導入ロッド 68 が配設された場合について説明した。しかし、処理装置によっては載置台 26 を複数の加熱ゾーンに分割して、加熱ゾーン毎に独立して温度制御をする場合もある。このような装置の場合には、加熱ゾーン毎に放射温度計の光導入ロッド 68 を配設するようにしてもよい。

図 7 及び図 8 は、夫々かかる観点に基づく本発明の別の実施の形態に係るシャワーヘッド構造のガス噴射面を示す模式図である。

図 7 は、載置台を内周と外周の 2 つの加熱ゾーンに分割した実施の形態における、ガス噴射面に対する光導入ロッドの配置状態を示す。即ち、この場合、載置台 26（図 1 参照）の加熱ゾーンが内周ゾーンと外周ゾーンとに同心円状に分離される。放射温度計の光導入ロッド 68 は、シャワーヘッド構造のガス噴射面 18 の内周と外周とに対応して夫々配設される。夫々の放射温度計の検出値に基づいて各ゾーン毎に載置台の温度制御が行われる。

図 8 は、載置台を内周と、中周と、外周の 3 つの加熱ゾーンに分割した実施の形態における、ガス噴射面に対する光導入ロッドの配置状態を示す。即ち、この場合、載置台 26（図 1 参照）の加熱ゾーンが内周ゾーンと中周ゾーンと外周ゾーンとに同心円状に分離される。放射温度計の光導入ロッド 68 は、シャワーヘッド構造のガス噴射面 18 の内周と中周と外周とに対応して夫々配設される。夫々の放射温度計の検出値に基づいて、各ゾーン毎に載置台の温度制御が行われる。

なお、加熱ゾーンの分割形態は、上述のような同心円状の分割形態に限定されず、どのような分割形態を取ってもよい。

以上の実施の形態においては、ウエハ W の熱処理時にはこの温度を放射温度計 66 で常時計測し、この計測値を温度制御部 74 へ入力して加熱ランプ 52 をフィードバック制御し

てウエハ温度をコントロールする。代わりに、載置台 26 に熱電対を設けてこの熱電対の計測値で加熱ランプをフィードバック制御し、そして、定期的、或いは不定期的に、放射温度計を用いてウエハ温度を求めて設定温度値を校正（補正）することができる。

図 9 はかかる観点に基づく本発明の更に別の実施の形態に係る半導体処理装置を示す構成図である。

図 9 に示すように、載置台 26 に温度測定手段として例えば熱電対 80 が配設される。熱電対 80 で測定された検出値は温度制御部 82 へ入力され、この検出値に基づいて加熱ランプ 52 への電力がコントロールされ、載置台 26 が所定の設定温度値に維持される。

一方、シャワーヘッド 12 に配設された放射温度計 66 で測定された検出値は、温度校正制御部 84 へ入力される。温度校正制御部 84 において、必要に応じて、放射温度計 66 の検出値と目標温度値とに基づいて、温度制御部 82 における設定温度値が校正される。

次に、図 9 図示の装置の動作について説明する。なお、上述のように設定温度値を校正する理由は、以下の通りである。

一般に、載置台 26 とウエハ W との接触面は微視的に見て均一ではなく、僅かな不均一な隙間が存在する。このような隙間は熱伝達抵抗となるため、ウエハ W の真の温度は、載置台 26 の真の温度よりも数度、例えば 5℃ 程度低くなる。従って、熱処理時に載置台 26 の温度をコントロールする場合には、上記温度差を加味して載置台の設定温度値を定める。

例えばウェハ温度を 460℃にして熱処理を行いたい場合には、上記温度差、例えば 5℃を加味して載置台 26 の設定温度値を 465℃に設定する。

成膜処理が進行してある程度の枚数のウェハを成膜処理すると、処理室の内壁等にも薄膜が付着してこれが内部の熱反射率等を変化、例えば低下させる。熱反射率が低下すると、熱反射によりウェハ W に付与されるエネルギー量も低下し、従って、ウェハ W の温度もその分だけ低下する。このような場合、熱反射によるエネルギー量の変化分だけ、載置台 26 の設定温度値を校正する。

例えば、多数のウェハを成膜処理したため、載置台 26 の温度を 465℃に維持するにもかかわらず、ウェハ W が目標温度である 460℃まで十分に加熱されずに、3℃低い 457℃を維持するようになったとする。このような時に、上記温度が低くなった 3℃分だけ、載置台 26 の設定温度値を校正し、ここでは 468℃ (= 465℃ + 3℃) に再設定する。これによりウェハ温度を再度 460℃に維持することが可能となる。

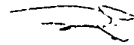
実際の熱処理時には、まず、所定の枚数、例えば 1 ロット 25 枚だけのウェハ W を連続して熱処理（成膜）する（これを連続処理工程と称す）。この連続処理工程の間は放射温度計 66 からの検出値は用いないで、載置台 26 に配設された熱電対 80 で測定した検出値を常時用いて温度制御部 82 が加熱ランプ 52 をフィードバック制御する。例えば、この間の載置台 26 の設定温度値は、上述のように、ウェハ W の温

度を 460℃にするために、初期の載置台 26 とウエハ W との間の温度差を 5℃と仮定して、465℃とする。

このようにして、所定の枚数のウエハ処理が行われたならば、次の温度校正用処理工程へ移行する。ここでは、処理室 4 内へ、製品用のウエハ W ではなく、温度校正用の基板であるダミーウエハを搬入し、プロセス圧力、プロセス温度、処理ガス等の条件を製品用のウエハと同様にして処理を行う。なお、この際、成膜用の処理ガスの供給は行わないようにしてもよい。温度校正用のダミーウエハを熱処理する時、シャワーヘッド 12 に配設された放射温度計 66 も動作させ、上記ダミーウエハの温度を検出してモニタする。この検出値は温度校正制御部 84 へ入力される。これと同時に、熱電対 80 で測定された検出値も温度校正制御部 84 へ入力される。

このように、温度校正用処理工程を終了したならば、次に、温度校正工程へ移行する。即ち、上記モニタした放射温度計 66 の検出値とウエハ W の目標温度値とに基づいて温度制御部 82 の載置台 26 に対する設定温度値を校正する。なお、この目標温度値は、予め記憶させておいてもよいし、温度制御部 82 側から情報として得るようにしてもよい。

例えば前述したように、ウエハ温度が目標温度値である 460℃よりも 3℃低い 457℃（放射温度計の検出値）であったとする。この場合、温度制御部 82 に対して、載置台 26 の設定温度値に 3℃プラスして新たな設定温度値として 468℃に校正する。このようにして、設定温度値が 468℃に変更され、次のウエハ処理からは、この再設定された設定



温度値である 468℃ になるよう載置台 26 の温度が制御される。これによりウェハ温度が目標温度値である 460℃ に維持される。

上記連続処理工程、温度校正用処理工程及び温度校正工程は、この順序で所定の回数繰り返して行われる。このようにして、載置台の設定温度値を常に適正な値に校正することができ、ウェハ W の処理温度を常時、略目標温度値を維持しつつ所定の熱処理を行うことが可能となる。

上述のように、上記各工程を所定の回数繰り返して行ったならば、処理室 4 内にパーティクルの原因となる不要な膜が多量に付着する。このため、例えば C₁F₃、NF₃、C₂F₆、CF₄ 等のクリーニングガスを処理室 4 内へ流すことにより上記不要な膜を除去するクリーニング処理を行う。

クリーニング処理後、処理室 4 内の熱的なコンディションを整えるため、処理室 4 の内壁及びこの中の構造物の表面に薄膜を付着させるプリコート処理を行う。プリコート処理は、ウェハ W を処理室 4 内へ入れない状態で、上記成膜処理と同様なプロセス条件で処理室 4 中に処理ガス等を流すことにより行う。

プリコート処理により処理室 4 内の壁面等の反射率も変化するため、製品ウェハを流す前に、前記した温度校正用処理工程及び温度校正工程を行う。これにより、クリーニング処理後の状態に応じて、載置台の設定温度値を適正な値に校正することができる。

なお、上記連続処理工程でのウェハ W の処理枚数は 25 枚

に限定されず、ウェハ 1 枚当たりの成膜量等に基づいて任意に設定できる。

上記各実施の形態にあつては、放射温度計 6 6 の光導入ロッド 6 8 が固定的に配設される。代わりに、光導入ロッド 6 8 を上下方向へ昇降可能に設け、必要時には光導入ロッド 6 8 を処理空間 S から退避させる構造としてもよい。

図 1 0 はかかる観点に基づく本発明の更に別の実施の形態に係る半導体処理装置を示す構成図である。図 1 1 A、B は図 1 0 図示の装置における光導入ロッドの動作を示す部分拡大図である。

図 1 0 に示すように、この実施の形態においては、シャワーヘッド 1 2 の天井板 1 2 A に貫通孔 9 0 が形成され、ここに上下動可能に遊嵌状態で光導入ロッド 6 8 が挿通される。光導入ロッド 6 8 の上端と天井板 1 2 A との間には、例えば金属製の蛇腹からなるベローズ 9 2 が配設される。ベローズ 9 2 により、アシストガス用ヘッド空間 6 0 B 内の気密性を維持しつつ光導入ロッド 6 8 の昇降移動が許容される。光導入ロッド 6 8 の上端、或いはベローズ 9 2 の上端は、例えばアクチュエータからなるロッド昇降機構 9 4 のアーム 9 4 A に接続される。必要に応じて、ロッド昇降機構 9 4 により光導入ロッド 6 8 が昇降される。

この実施の形態においては、例えば温度校正用処理工程を行う場合、図 1 1 A に示すように光導入ロッド 6 8 を最下端まで降下させ、その光導入面 6 8 A を処理空間 S に臨ませる。一方、通常の処理時（例えば成膜時）或いは連続処理時（例

えば連続成膜処理時）、更にはクリーニング工程時には、図 1 1 B に示すように光導入ロッド 6 8 を上昇させる。この場合、光導入ロッド 6 8 は、先端の光導入面 6 8 A に膜が付着しないような位置、或いは光導入面 6 8 A がクリーニングガスに削られないような位置に保持される（図 1 1 B ではアシストガス用ヘッド空間 6 0 B 内まで上昇される）。

これにより、光導入面 6 8 A には不要な膜が付着したり、或いはこの部分がクリーニングガスにより削られて表面荒れが生じたりすることがない。このため、光導入面 6 8 A から入射する光の入射光率が変動することがなく、温度校正の再現性を高く維持することが可能となる。

なお、成膜時に光導入ロッド 6 8 を使用する場合には、光導入ロッド 6 8 を図 1 1 A に示すように降下させる。

図 1 2 A、B は本発明の更に別の実施の形態に係る半導体処理装置における光導入ロッドの動作を示す部分拡大図である。図 1 0 図示の装置においては、ベローズ 9 2 内へアシストガス用ヘッド空間 6 0 B からある程度の量のアシストガスが侵入する恐れが生ずる。図 1 2 A、B 図示の装置は、この問題を解消するための構成を有する。

即ち、図 1 2 A、B に示すように、光導入ロッド 6 8 を挿通する貫通孔 9 0 の上端部には、ゲートバルブのような小型の隔離バルブ 9 6 が配設される。隔離バルブ 9 6 は、光導入ロッド 6 8 も挿通できる寸法を有する。図 1 2 B に示すように、光導入ロッド 6 8 を上方へ完全に引き抜いた時に隔離バルブ 9 6 を閉じることにより、ベローズ 9 2 内を処理空間 S

から完全に隔離する。これにより、光導入ロッド 68 の不使用時に、光導入面 68 A に不要な膜が付着する、或いはクリーニングガスにより表面荒れが生ずる等の問題を確実に防止できる。また、伸長状態のベローズ 92 内にアシストガスが流入することも防止できる。

なお、上記各実施の形態においては、加熱手段として加熱ランプ 52 を採用している。代わりに、加熱手段として載置台に埋め込んだ抵抗ヒータを用いることができる。また、処理としては成膜処理に限らず、光導入ロッドに薄膜が付着する恐れのあるような処理、例えばプラズマエッチング処理を行うエッチング処理装置にも上記各実施の形態を適用することができる。この場合には、シャワーヘッド構造において、エッチングガスを噴射する噴射孔に上記光導入ロッドを配設するように構成すればよい。

上記各実施の形態においては、載置台 26 は、例えば石英製の L 字状になされたロッド状の 3 本の保持部材 24 で支持される。この場合、加熱ランプ 52 より放射された熱線が、載置台 26 の下方で乱反射した後に、リフレクタ 22 の上端と載置台 26 の外周との間の隙間を通過して処理空間 S 側に入り込み、更に、この熱線が処理空間 S 内で乱反射して光導入ロッド 68 に侵入することがある。このため、放射温度計 66 で測定したウエハ温度が、実際のウエハ温度よりもかなり高い検出値となり、検出精度が低下する可能性がある。

また、保持部材 24 に替えて、載置台 26 をリング状の透明な石英により構成する従来装置も知られている。この場合

には、上記乱反射する熱線は、透明な石英を通過して同様に処理空間 S 側に侵入するため、上記と同様な問題が生じる。

図 1 3 はかかる観点に基づく本発明の更に別の実施の形態に係る半導体処理装置を示す構成図である。即ち、図 1 3 図示の装置は、上記した熱線の乱反射による悪影響を抑制するための構成を有する。

図 1 3 図示の装置においては、上記各実施の形態に係る装置とは、載置台 2 6 の支持構造が大きく異なる。即ち、載置台 2 6 の下方には、内面が例えば鏡面状になされた円筒体状のリフレクタ 2 2 が起立して配設される。下方の加熱ランプ 5 2 から放射される熱線はリフレクタ 2 2 により上方の載置台 2 6 側へ反射される。リフレクタ 2 2 の外周側には、同じく円筒体状に成形された例えばアルミニウム製の支持筒 1 0 0 が、リフレクタ 2 2 と同心円状に配設される。

支持筒 1 0 0 の上端部には、例えばアルミニウム製の円形リング状のアタッチメント 1 0 2 が取り付け固定される。更に、アタッチメント 1 0 2 の内周側には、これよりも半径が小さい円形リング状の保持部材 1 0 4 が配設される。保持部材 1 0 4 は、熱伝導性が低く且つ加熱ランプ 5 2 から放射された熱線を効果的に遮断するように着色された材料により形成される。保持部材 1 0 4 の内側周縁部は、例えば SiC 製の載置台 2 6 の周縁部と直接接触して載置台 2 6 を支持する。

保持部材 1 0 4 の材料としては、上述したように載置台 2 6 の温度を低下させないために熱伝導性の低い材料がよく、しかも熱線を透過しない材料がよい。具体的には、保持部材

104の材料としては、酸化ニオブ等の黒色の金属酸化物を含んだ石英、黒色のSiCを含んだ石英、カーボンを含んだ石英、カーボンを含んだ黒色のAlN等の黒色のセラミックスのいずれかを用いることができる。

図13図示の装置においては、加熱ランプ52から放射された熱線の中で、載置台26の裏面以外へ照射された熱線が載置台26の下方の空間で乱反射しても、この乱反射光は、最終的に載置台26の裏面、或いは例えば黒色に着色された保持部材104に吸収される。従って、この乱反射光が載置台26の上方の処理空間S側に漏れ出て放射温度計66の光導入ロッド68に取り込まれることを防止することができる。このため、放射温度計66によりウェハ温度をより正確に測定することができる。

図14は本発明の更に別の実施の形態に係る半導体処理装置を示す構成図である。ここでは、タンタル酸化膜ではなく、複合金属材料薄膜であるPZT膜(Pb、Zr、Tiの酸化物膜)を堆積する場合を例にとって説明する。

図14図示の装置においては、図13図示の装置と同様に、載置台26は熱伝導率が低く且つ熱線を透過しない例えば黒色の円形リング状の保持部材104の内側周縁部上に支持される。保持部材104は、支持筒100上に固定されたリング状のアタッチメント102上に支持される。

シャワーヘッド12に取り付ける放射温度計として、ここでは光導入ロッド68(図9及び図13参照)を有しない型式の放射温度計110が使用される。即ち、シャワーヘッド

1 2 の略中心部の近傍には、これを上下方向へ貫通するように、例えば直径が 1 3 m m 程度の熱線導出通路 1 1 2 が形成される。熱線導出通路 1 1 2 は、当然のこととして、原料ガス用ヘッド空間 6 0 A やアシストガス用ヘッド空間 6 0 B に対して分離区画される。

熱線導出通路 1 1 2 の上端開口部には、例えばリング等のシール部材 1 1 4 を介して例えば石英ガラスからなる測定窓 1 1 6 が気密に取り付け固定される。測定窓 1 1 6 の外側には放射温度計 1 1 0 が取り付けられる。処理室 4 外からの光を遮るため、測定窓 1 1 6 と放射温度計 1 1 0 の一部とが、不透明な材料、例えばポリイミド（耐熱性）からなるカバー 1 1 7 により被覆される。放射温度計 1 1 0 は、ウエハ W の表面から熱線導出通路 1 1 2 を介して放射されてくる熱線を感じて温度測定を行う。なお、熱線導出通路 1 1 2 が光を捕集する範囲は、熱線導出通路 1 1 2 の先端から略 4 5 ° に広がる角度の範囲とする。

測定窓 1 1 6 の直下の近傍で、熱線導出通路 1 1 2 から、不活性ガス導入通路 1 1 8 が分岐される。不活性ガス導入通路 1 1 8 より僅量の不活性ガス、例えば A r ガスが常時流される。これにより、測定窓 1 1 6 の内側面に温度測定の障害となる不要な膜が付着することが防止される。

なお、図 1 4 図示の装置においては、シャワーヘッド 1 2 内の上側の空間に P Z T ガスが導入され、下側の空間に酸化性ガスとして例えば N O₂ ガスが導入される。このため、前述の実施の形態とは逆に、上側の空間が原料ガス用ヘッド

空間 60A となり、下側の空間がアシストガス用空間 60B となる。従って、図 14 では、ガス噴射孔 20A、20B の符号も、先の実施の形態とは反対に付されている。

図 14 図示の装置においては、シャワーヘッド 12 の原料ガス用ヘッド空間 60A には、原料液体を気化器にて気化させることにより発生させた PZT ガスが導入される。この時、気化器でのキャリアガスは、不活性ガスとして例えば Ar ガスが用いられる。また、アシストガス用空間 60B には酸化性ガスとして例えば NO₂ ガスが供給される。上記両ガスが処理空間 S 中にて混合されて反応し、これによりウエハ W 上に PZT 膜が堆積される。

成膜処理中、ウエハ W の温度は、シャワーヘッド 12 に形成された熱線導出通路 112 を介して進行する熱線を、放射温度計 110 が検出することにより測定される。熱線導出通路 112 には、不活性ガス導入通路 118 を介して常時僅かな量の Ar ガスが供給されるため、測定窓 116 の内側面に不要な膜が付着することを防止できる。この時のページ用の Ar ガスの流量は、例えば PZT ガスのキャリアガスが 300 sccm 程度の時にはこれよりも遥かに少なく、例えば 2～3 sccm 程度である。

また、図 13 図示の装置と同様に、加熱ランプ 52 から放射された熱線の内で、載置台 26 の裏面以外へ照射された熱線が載置台 26 の下方の空間で乱反射しても、この乱反射光は、最終的に載置台 26 の裏面、或いは例えば黒色に着色された保持部材 104 に吸収される。従って、この乱反射光が

載置台 26 の上方の処理空間 S 側に漏れ出て放射温度計 110 に取り込まれることを防止することができる。このため、放射温度計 110 によりウエハ温度をより正確に測定することができる。

なお、上記パージガス用及びキャリアガス用の不活性ガスとして、Ar ガスに代えて、他の不活性ガス例えば He ガス、Ne ガス、N₂ ガス等を用いることができる。また、熱線導出通路 112 には、導入通路を介して、成膜の原料となるガスを導入してもよい。この際の原料ガスは、測定窓に温度測定障害となる不要な膜が付着することがないガスにする。更に、PZT 膜に代えて、他の複合金属材料膜、例えば BST 膜 (Ba、Sr、Ti の酸化物膜) 等を成膜する時にも本実施の形態を適用することができる。

次に、図 14 図示の装置に関し、放射温度計 110 の測定値の評価を実際に行ったので、その評価結果について説明する。図 15 は図 14 図示の装置における放射温度計の検出値と熱電対の検出値とを比較する表を示す図である。

この評価に際しては、ウエハ表面にも実際に熱電対を取り付けてその温度を測定した。いずれの場合も、熱電対によるウエハ温度の測定値は 433℃ 程度であった。載置台 26 を保持する保持部材 104 を、従来構造のように透明な石英ガラスにより成形した場合、放射温度計 110 による測定値は、熱電による測定値約 433℃ よりも 40℃ 程度も高く、しかも安定していなかった。これに対して、保持部材 104 を黒色の石英ガラスにした場合には、図 15 に示すように、8 回

測定した結果、放射温度計 110 による測定値は、熱電対による測定値約 433℃よりも最大で+2℃程度高いだけであった。即ち、保持部材 104 を黒色の石英ガラスにすることにより、ウエハ温度の測定精度を大幅に向上できることが判明した。

図 16 は本発明の更に別の実施の形態に係る半導体処理装置を示す構成図である。図 17 は図 16 図示の装置の載置台の周辺部を示す拡大断面図である。

図 16 図示の装置においては、円筒体状のリフレクタ 22 の上部と支持筒 100 の上部との間にアタッチメント 102 が掛け渡される。図 17 に示すように、リフレクタ 22 の上部に形成した突部 22A に保持部材 104 を介して載置台 26 が保持される。保持部材 104 の上面に、熱線を遮断する遮断リング 120 が配設される。

具体的には、図 17 に示すように、載置台 26 の周縁部の上面には、ウエハ W の周縁部からの放熱を抑制するためにウエハ W の周囲を囲むように環状の突起部 122 が形成される。また、載置台 26 の周縁部には、保持部材 104 で保持するためのフランジ 124 が形成される。保持部材 104 は、下側部品 104A と、この上に接合される上側部品 104B とからなる。上側及び下側部品 104A、104B 間で、フランジ 124 が上下から挟まれた状態で保持される。

下側部品（ベースリングともいう）104A は、載置台 26 の高さ方向の位置決めをするベースとしての機能を有する。上側部品（アイソレーションリングともいう）104B は、

載置台 26 の水平方向の位置決めをする機能と、処理室 4 内を減圧する際の初期の粗引き排気時などに、載置台 26 が飛ばされたり、移動したりするのを防止すべく上方から押さえる機能とを有する。

上側及び下側部品 104B、104A は、耐熱性で且つウエハ W に対して非汚染性及び低熱伝導性を有する材料例えばアルミナ (Al_2O_3) により形成されることが好ましい。上側及び下側部品 104B、104A の材料としては、アルミナ以外に、例えば炭化珪素、酸化珪素 (SiO_2)、石英のいずれかを使用することができる。更に、上側及び下側部品 104B、104A の材料としては、図 13 図示の保持部材 104 と同様に、熱線を透過しない材料、例えば酸化ニオブ等の黒色の金属酸化物を含んだ石英、黒色の SiC を含んだ石英、カーボンを含んだ石英、カーボンを含んだ黒色の AlN 等の黒色のセラミックスのいずれかを使用することができる。

上側部品 104B の上面の全体及び載置台 26 の突起部 122 の上面を略全域に亘って覆うように遮断リング 120 が設置される。遮断リング 120 により、保持部材 104 を介して載置台 26 の下方より上方に透過する熱線が可能な限り遮断される。

遮断リング 120 の厚さは例えば 1.5 mm 程度に設定される。遮断リング 120 の下面の一部には、上側部品 104B の上面に形成される段部に嵌まり込んで位置決めを行う突起部 126 がリング状に形成される。遮断リング 120 は、少

なくとも上側部品 104B の上面の全面を覆うように配設される。なお、遮断リング 120 の内周端はできるだけウエハ W の外周端に接近することが熱線の遮断効果の上で好ましい。

遮断リング 120 の材料としては、例えば酸化ニオブ等の黒色の金属酸化物を含んだ石英、黒色の SiC を含んだ石英、カーボンを含んだ石英、カーボンを含んだ黒色の AlN 等の黒色のセラミックスのいずれかを使用することができる。具体的には、遮断リング 120 の材料として AlN を用いた場合、1060 ppm 程度以上のカーボンを含有させる。

図 16 図示の装置においても、載置台 26 の下方で生じた乱反射光（熱線を含む）が載置台 26 の上方の処理空間 S 側に漏れ出て放射温度計 110 に取り込まれることを防止することができる。このため、放射温度計 110 によりウエハ温度をより正確に測定することができる。特に、下側部品 104A 及び上側部品 104B の少なくとも一方を上述したような熱線を透過しない材料により形成した場合には、上記した熱線遮断効果を一層向上させることができる。

なお、図 13 乃至図 16 図示の装置において、熱線を遮断する材料からなる保持部材 104 や遮断リング 120 は可視光線をも当然に遮断する。

図 18 は本発明の更に別の実施の形態に係る半導体処理装置を示す構成図である。図 19 は図 18 図示の装置を用いて成膜した時の半導体ウエハの表面を模式的に示す図である。図 20 は本発明の更に別の実施の形態に係る半導体処理装置を示す構成図である。図 21 は図 20 図示の装置を用いて成

膜した時の半導体ウエハの表面を模式的に示す図である。図 18 及び図 20 の装置は共に図 16 図示の装置を基礎として構成されているため、細かな点については図示が省略されている。

図 13、図 14 及び図 16 に示す各装置においては、シャワーヘッド 12 の略中心部に、これを上下方向へ貫通するように熱線導出通路 112 が形成される。熱線導出通路 112 上に放射温度計 110 が配設され、ウエハ W の略中心部の温度が測定される。

ウエハ W の中心部は、ウエハ W の加熱方法に依存するが、熱的な特異点になる場合が多い。即ち、ウエハ W の中心部と他の部分との間には、ある程度の温度差が生ずる可能性が高い。このため、ウエハ W の中心部の温度を測定して、ウエハ W の温度基準とするのはあまり好ましくない。

図 18 図示の装置においては、シャワーヘッド 12 の中心を示す中心線 C1（ウエハ W の中心線とも一致する）よりも所定の距離 L1 だけ周辺部に偏心させた位置に熱線導出通路 112 及び放射温度計 110 が配設される。これにより、ウエハ W の特異点の温度検出を避けることができる。

測定窓 116 の内側表面に膜が付着することを防止することを目的として不活性ガス導入通路 118 より導入した不活性ガス、例えば Ar ガスは、熱線導出通路 112 の下端開口部 112A より下方に向けて流出する。この Ar ガスは、載置台 26 の外側周辺部で均等に真空排気されることから、載置台 26 の外側に向けて流下しつつ拡散する。上述のように

偏心の距離 L_1 が単に数 cm 程度に設定された場合には、図 19 にも示すように、 A_r ガスの主ガス流 130 がウェハ W の表面の一部のエリア 132 に直接的に衝突する。このため、このウェハ表面の直径数 cm 程度の円形エリア 132 における堆積膜の厚さが、他の部分と比較して薄くなってしまう、という現象が見いだされている。なお、図 19 には熱線導出通路 112 の下端開口部 112A の投影位置も参考のために示される。

A_r ガスの流量やシャワーヘッド 12 の下面と載置台 26 の上面との間のギャップの大きさにもよるが、8 インチサイズのウェハで偏心の距離 L_1 が 4.2 cm 程度の場合、ウェハ中心からエリア 132 の中心までの距離 M_1 は 6.0 cm 程度となる。この時の熱線導出通路 112 の直径は 1.3 cm 程度であり、エリア 132 の直径は 3.0 cm 程度である。

これに対して、図 20 及び図 21 図示の装置においては、熱線導出通路 112 の下端開口部 112A は、ここから流出して載置台 26 の外側に向けて流下しつつ拡散して行く A_r ガス（不活性ガス）の主ガス流 130 が、載置台 26 上のウェハ W の表面とあまり直接的に接触しないように配置される。即ち、シャワーヘッド 12 の中心線 C_1 と熱線導出通路 112 の下端開口部 112A の中心との間の偏心の距離 L_2 は上述の距離 L_1 より大きく設定される。ここで、距離 L_2 は、主ガス流 130 が載置台 26 の上面と同一の水平レベルまで流下する位置において、主ガス流 130 の略中心が、載置台 26 上に載置される半導体ウェハ W の外周端よりも外側にな

るように設定される。

図 2 1 においては、上述のようにウエハ W の外周部分の破線で示すエリア 1 3 4 に主ガス流 1 3 0 が衝突するような状態を示す。この例では、エリア 1 3 4 はウエハ W 上の半導体装置（素子形成エリア）に掛からなければよいことから、エリア 1 3 4 の略中心がウエハ W の外周端に位置するような場合を示す。この時、ウエハ W の中心とエリア 1 3 4 の中心との間の距離 M 2 は、ウエハの半径、即ちここでは 1 0 . 0 c m である。放射温度計 1 1 0 がウエハ表面に臨んでいなければその温度が測定できないため、偏心の距離 L 2 の最大値はウエハ半径の大きさとなる。

図 2 0 図示の装置によれば、ウエハ W の表面に不活性ガス（A r ガス）の主ガス流 1 3 0 が直接的に衝突しないため、ウエハ表面に局部的に薄膜部分が発生することを防止することができる。ちなみに、偏心の距離 L 2 を 8 . 0 c m 程度に設定すれば、膜厚が局部的に薄いエリア 1 3 2 の跡のない良好な結果を得ることができる。ウエハ W の半径が 1 0 c m（8 インチサイズの場合）であれば、偏心の距離 L 2 は好ましくはウエハ W の半径の 7 0 % ~ 1 0 0 % の範囲内に設定される。この点を関係式で示すと $M 1 / L 1 = M 2 / L 2$ であることから、 $6 . 0 / 4 . 2 = 1 0 / L 2$ となり、 $L 2 = 7 . 0 c m$ となる。即ち L 2 の長さは 7 . 0 ~ 1 0 . 0 c m の範囲が好ましい。

この時のプロセス条件は、以下の通りである。即ち、パージ用の不活性ガス（A r ガス）の流量は 3 s c c m ~ 1 0 0

s c c m の範囲内で例えば 9 s c c m である。シャワーヘッド 1 2 の下面と載置台 2 6 の上面との間の距離は 2 0 m m ~ 3 0 m m の範囲内で例えば 2 5 m m である。処理容器 4 内の圧力は 1 3 3 P a 程度、原料ガスの総流量は 5 0 0 s c c m 程度である。

本実施の形態は、8 インチサイズのウエハのみならず、1 2 インチサイズ（直径 3 0 0 m m）のウエハにも適用できる。更に、図 1 8 乃至図 2 1 図示の実施の形態は、加熱手段として加熱ランプを用いたものに限定されず、載置台 2 6 に抵抗加熱ヒータを内蔵した型式の処理装置にも適用することができる。

なお、上記各実施の形態においては処理としてタンタル酸化膜や P Z T 膜を成膜する場合を例にとって説明したが、他の膜種を堆積する場合についても本発明を適用することができる。例えば、他の膜種としては、W F e ガスと H₂ ガスを用いてタングステン膜を熱 C V D により成膜する場合、T i C l₄ ガスと N H₃ ガスとを用いて T i N 膜を熱 C V D により成膜する場合、T i C l₄ ガスと H₄ ガスとを用いて T i 膜をプラズマ C V D により成膜する場合等にも本発明を適用することができる。この場合には、アシストガスである還元ガス、即ち H₂ ガス、N H₃ ガスのガス噴射孔に放射温度計の光導入ロッドを配設する。

また、本発明は、不活性ガスとして、A r ガスに代えて他の不活性ガス、例えば H e ガス、N e ガス、N₂ ガス等を用いる場合にも適用することができる。また、本発明は、複

数のガスにより被処理基板にパターンを形成するためのエッチング処理にも適用することができる。更に、本発明は、被処理基板として、半導体ウエハに代えて他の被処理基板、例えばLCD基板、ガラス基板等をも用いる場合にも適用することができる。

請 求 の 範 囲

1. 加熱された被処理基板を収容する処理空間に対して処理ガスを供給しながら半導体処理を行う装置におけるシャワーヘッド構造であって、

前記処理ガスを供給する複数のガス噴射孔を有するシャワーヘッドと、

前記ガス噴射孔の少なくとも1つに挿通された放射温度計の光導入ロッドと、

を具備するシャワーヘッド構造。

2. 前記シャワーヘッドは前記ガス噴射孔が形成されたガス噴射面を具備し、前記光導入ロッドは前記ガス噴射面の実質的な中心部に位置するガス噴射孔に挿通される請求の範囲1に記載の構造。

3. 前記シャワーヘッドは前記ガス噴射孔が形成されたガス噴射面を具備し、前記光導入ロッドは前記ガス噴射面の実質的な中心部及び前記ガス噴射面の半径方向に沿って位置する複数のガス噴射孔の夫々に挿通される請求の範囲1に記載の構造。

4. 前記光導入ロッドが挿通されたガス噴射孔は、その下端開口部より流出して処理空間内の載置台の外側に向けて流下しつつ拡散して行くガスの主ガス流が前記載置台の上面と同一の水平レベルまで流下する位置が、前記載置台上の前記基板の外周よりも外側になるように、前記シャワーヘッドの中心より離れて配置される請求の範囲1に記載の構造。

5. 前記光導入ロッドが挿通されたガス噴射孔の開口面積

は、該ガス噴射孔より噴射されるガスと同種のガスが噴射される他のガス噴射孔の開口面積よりも、前記光導入ロッドの断面積に相当する面積だけ大きく設定される請求の範囲 1 に記載の構造。

6. 前記光導入ロッドを昇降する昇降機構を更に具備し、前記光導入ロッドは、これが挿通されたガス噴射孔から、前記昇降機構により選択的に退避される請求の範囲 1 に記載の構造。

7. 前記光導入ロッドが挿通されたガス噴射孔を選択的に閉鎖する隔離機構を更に具備する請求の範囲 6 に記載の構造。

8. 前記シャワーヘッドは、前記処理ガスとしてのアシストガスを供給する前記ガス噴射孔に加えて、原料ガスを供給する複数のガス噴射孔を更に具備し、前記シャワーヘッドはその内部で前記アシストガスと前記原料ガスとが混合されないように構成される請求の範囲 1 に記載の構造。

9. 前記放射温度計の前記光導入ロッドが挿通されたガス噴射孔には、不活性ガスを導入する請求の範囲 1 に記載の構造。

10. 加熱された被処理基板を収容する処理空間に対して処理ガスを供給しながら半導体処理を行う半導体処理装置であって、

前記処理空間を形成すると共に真空排気可能な処理室と、

前記処理室内で前記基板を載置する載置台と、

前記載置台上の前記基板を加熱するヒータと、

前記処理ガスを供給する複数のガス噴射孔を有するシャワ

ーヘッドと、

前記ガス噴射孔の少なくとも1つに挿通された放射温度計の光導入ロッドと、

前記放射温度計の検出値に基づいて前記ヒータを制御する温度制御部と、

を具備する半導体処理装置。

1 1. 前記載置台の周囲と接触してこれを保持すると共に、熱伝導性が低く且つ前記ヒータからの熱線を遮断するリング状の保持部材を更に具備する請求の範囲10に記載の装置。

1 2. 前記載置台の周囲の上側に配設された熱線を遮断する遮断リングを更に具備する請求の範囲10に記載の装置。

1 3. 前記光導入ロッドが挿通されたガス噴射孔は、その下端開口部より流出して前記載置台の外側に向けて流下しつつ拡散して行くガスの主ガス流が前記載置台の上面と同一の水平レベルまで流下する位置が、前記載置台上の前記基板の外周よりも外側になるように、前記シャワーヘッドの中心より離れて配置される請求の範囲10に記載の装置。

1 4. 前記放射温度計の前記光導入ロッドが挿通されたガス噴射孔には、不活性ガスを導入する請求の範囲10に記載の装置。

1 5. 前記載置台に設けられた温度測定器と、温度校正用のダミー基板を用いてダミー処理を行った時の前記放射温度計の検出値と前記基板の目標温度値とに基づいて前記温度制御部における前記載置台の設定温度値を校正する温度校正制御部と、を更に具備する請求の範囲10に記載の装置。

16. 前記温度測定器は熱電対である請求の範囲15に記載の装置。

17. 加熱された被処理基板を収容する処理空間に対して処理ガスを供給しながら半導体処理を行う装置であって、

前記処理空間を形成すると共に真空排気可能な処理室と、

前記処理室内で前記基板を載置する載置台と、

前記載置台の下方に配設された、前記載置台上の前記基板を加熱する加熱ランプを具備するヒータと、

前記載置台の周囲と接触してこれを保持するリング状の保持部材と、前記保持部材は前記加熱ランプからの熱線を遮断するように着色されることと、

前記処理室の天井に配設された前記処理ガスを供給するシャワーヘッドと、

前記シャワーヘッドの上部に取り付けられた放射温度計と、

前記放射温度計の検出値に基づいて前記ヒータを制御する温度制御部と、

を具備する半導体処理装置。

18. 前記保持部材は、酸化ニオブ等の黒色の金属酸化物を含んだ石英、黒色のSiCを含んだ石英、カーボンを含んだ石英、カーボンを含んだ黒色のAlN等の黒色のセラミックスからなる群から選択された材料から実質的になる請求の範囲17に記載の装置。

19. 前記保持部材の上側に配設された熱線を遮断する遮断リングを更に具備し、前記遮断リングは、酸化ニオブ等の黒色の金属酸化物を含んだ石英、黒色のSiCを含んだ石英、

カーボンを含んだ石英、カーボンを含んだ黒色の AlN 等の黒色のセラミックスからなる群から選択された材料から実質的になる請求の範囲 17 に記載の装置。

20. 前記放射温度計は、前記シャワーヘッドに形成され且つガスが流出する孔に臨んで形成され、前記孔は、その下端開口部より流出して前記載置台の外側に向けて流下しつつ拡散して行くガスの主ガス流が前記載置台の上面と同一の水平レベルまで流下する位置が、前記載置台上の前記基板の外周よりも外側になるように、前記シャワーヘッドの中心より離れて配置される請求の範囲 17 に記載の装置。

21. 加熱された被処理基板を収容する処理空間に対して処理ガスを供給しながら半導体処理を行う装置であって、

前記処理空間を形成すると共に真空排気可能な処理室と、
前記処理室内で前記基板を載置する載置台と、

前記載置台上の前記基板を加熱するヒータと、

前記処理室の天井に配設された前記処理ガスを供給するシャワーヘッドと、

前記シャワーヘッドを上下方向へ貫通するように形成された熱線導出通路と

前記熱線導出通路の上端開口部に測定窓を介して対向する放射温度計と、

前記熱線導出通路に不活性ガスを導入するための不活性ガス導入通路と、

を具備する半導体処理装置。

22. 前記熱線導出通路の下端開口部より流出して前記載

置台の外側に向けて流下しつつ拡散して行く前記不活性ガスの主ガス流が、前記載置台の上面と同一の水平レベルまで流下する位置が、前記載置台上の前記基板の外周よりも外側になるように、前記熱線導出通路が前記シャワーヘッドの中心より離れて配置される請求の範囲 21 に記載の装置。

23. 前記シャワーヘッドの中心と前記熱線導出通路の前記下端開口部の中心との間の距離は、前記基板の半径の 70%～100% に設定される請求の範囲 21 に記載の装置。

24. 前記シャワーヘッドの下面と前記載置台の上面との間の距離は、20 mm～30 mm の範囲内であり、前記不活性ガスの流量は 3 s c c m～100 s c c m の範囲内である請求項 21 に記載の装置。

25. 前記載置台の周囲と接触してこれを保持すると共に、熱伝導性が低く且つ前記ヒータからの熱線を遮断するリング状の保持部材を更に具備する請求の範囲 21 に記載の装置。

26. 前記載置台の周囲の上側に配設された熱線を遮断する遮断リングを更に具備する請求の範囲 21 に記載の装置。

27. 前記不活性ガス導入通路には、前記処理ガスを導入する請求の範囲 21 に記載の装置。

28. 前記放射温度計は光導入ロッドを具備する請求の範囲 21 に記載の装置。

29. 加熱された被処理基板を収容する処理空間に対して処理ガスを供給しながら半導体処理を行う方法であって、

前記処理空間を形成すると共に真空排気可能な処理室内で前記基板をヒータにより加熱する工程と、

前記ヒータにより加熱された前記基板に対して、シャワーヘッドの複数のガス噴射孔から前記処理ガスを供給して前記半導体処理を行う工程と、

前記半導体処理中、前記ガス噴射孔の少なくとも1つに挿通された光導入ロッドを有する放射温度計の検出値に基づいて前記ヒータを制御する工程と、
を具備する半導体処理方法。

30. 加熱された被処理基板を収容する処理空間に対して処理ガスを供給しながら半導体処理を行う方法であって、

前記処理空間を形成すると共に真空排気可能な処理室内に配設された載置台上で前記基板をヒータにより加熱する工程と、

前記ヒータにより加熱された前記基板に対して、シャワーヘッドの複数のガス噴射孔から前記処理ガスを供給して前記半導体処理を行う工程と、

前記半導体処理中、前記載置台に設けられた温度測定器の検出値に基づいて前記ヒータを制御する工程と、

前記載置台上で温度校正用のダミー基板を前記ヒータにより加熱してダミー処理を行う工程と、

前記ダミー処理中、前記ダミー基板の温度を、前記ガス噴射孔の少なくとも1つに挿通された光導入ロッドを有する放射温度計によりモニタする工程と、

前記放射温度計の検出値と前記基板の目標温度値とに基づいて前記載置台の設定温度値を校正する工程と、
を具備する半導体処理方法。

3 1 . 前記半導体処理を複数の被処理基板に対して行った後、前記処理室内をクリーニングする工程を更に具備する請求の範囲 3 0 に記載の方法。

3 2 . 前記処理室内をクリーニングした後、前記処理室内に被処理基板を入れないで前記処理ガスを供給し、前記処理室の内面に前記処理ガスに由来するプリコート薄膜を形成する工程を更に具備する請求の範囲 3 1 に記載の方法。

3 3 . 前記処理室内をクリーニングする工程において、前記光導入ロッドは、これが挿通されたガス噴射孔から、昇降機構により退避される請求の範囲 3 0 に記載の方法。

1/15

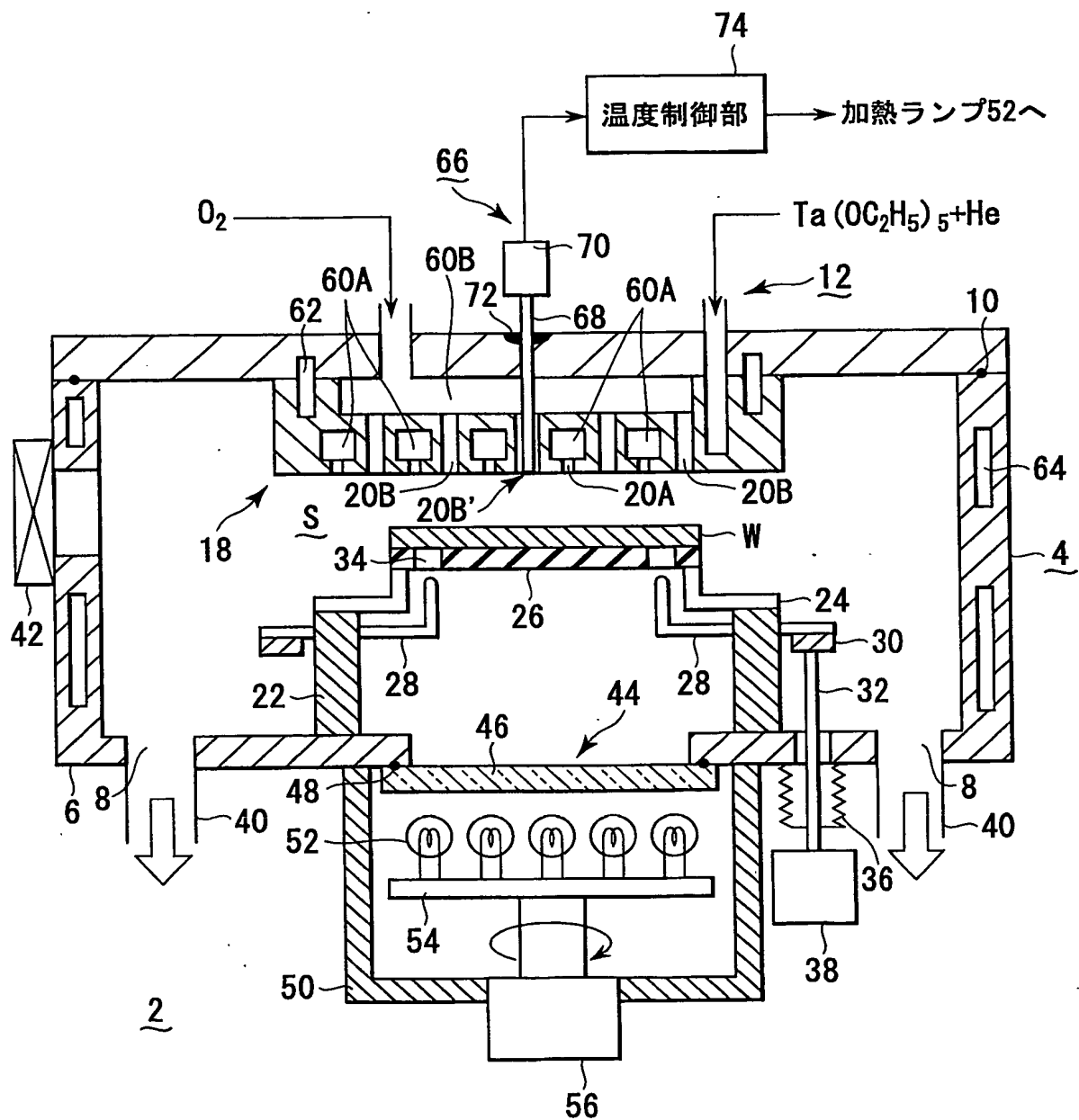
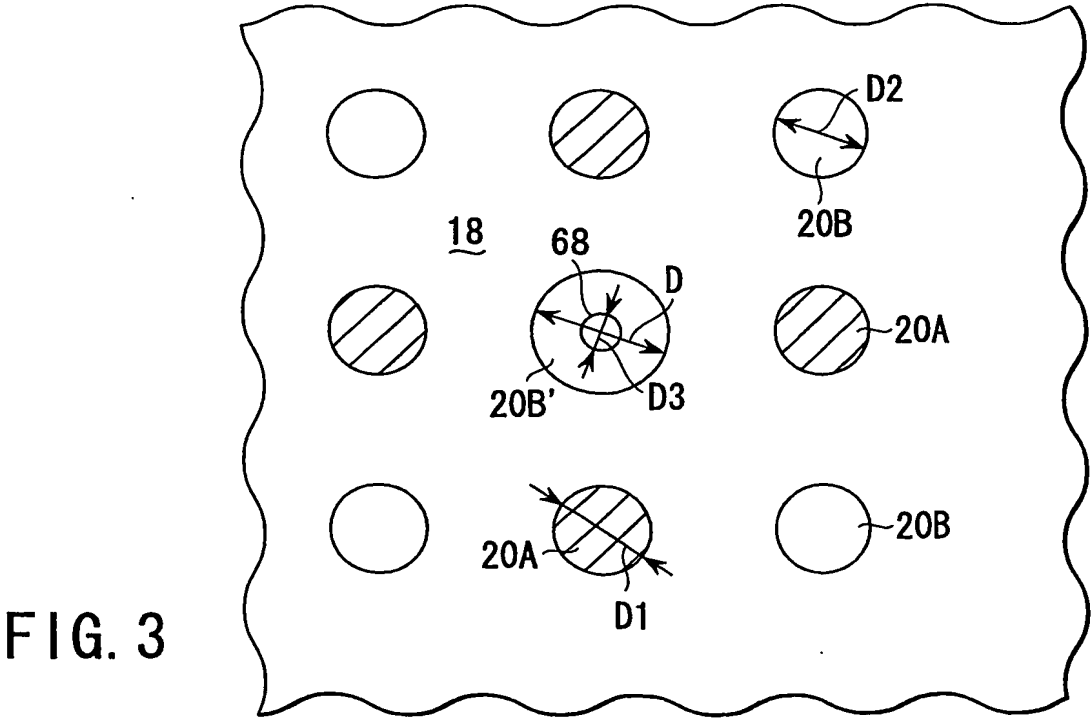
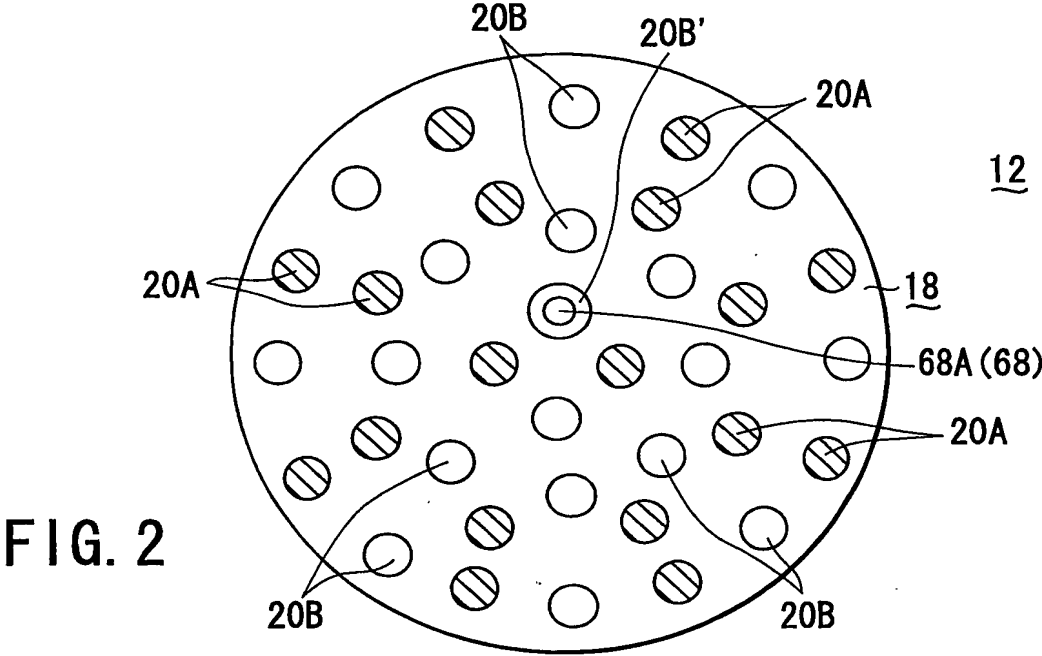


FIG. 1



3/15

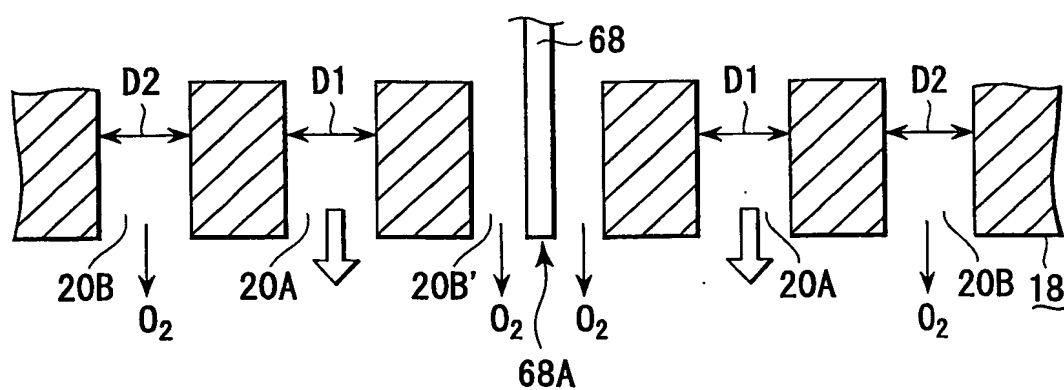


FIG. 4

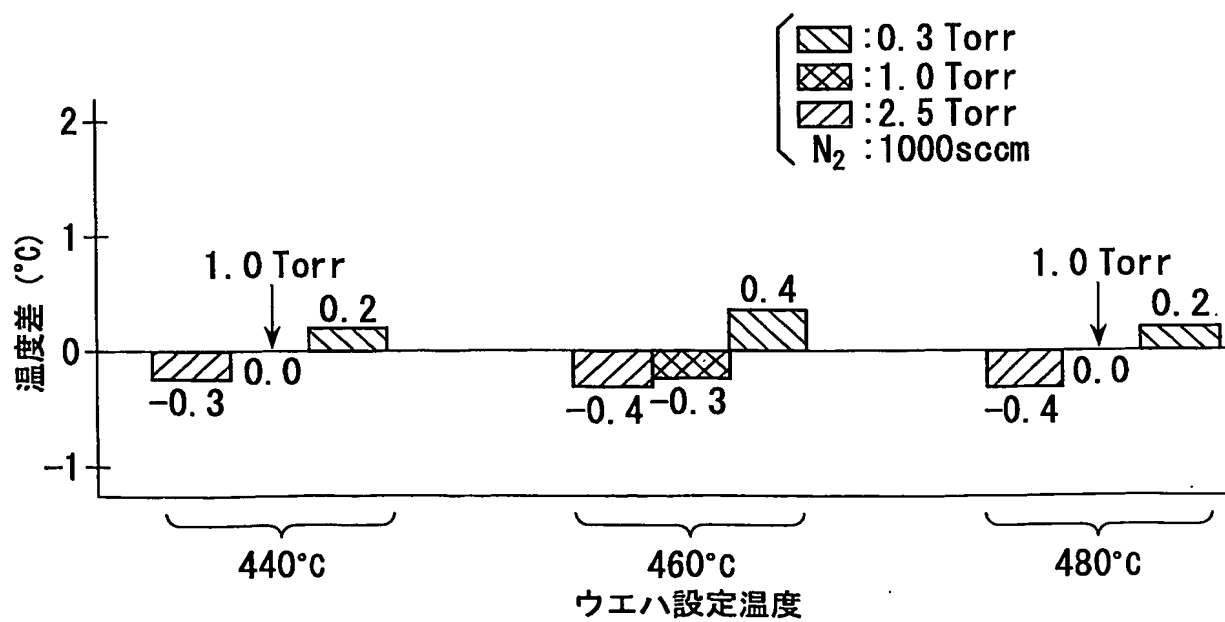


FIG. 5

4/15

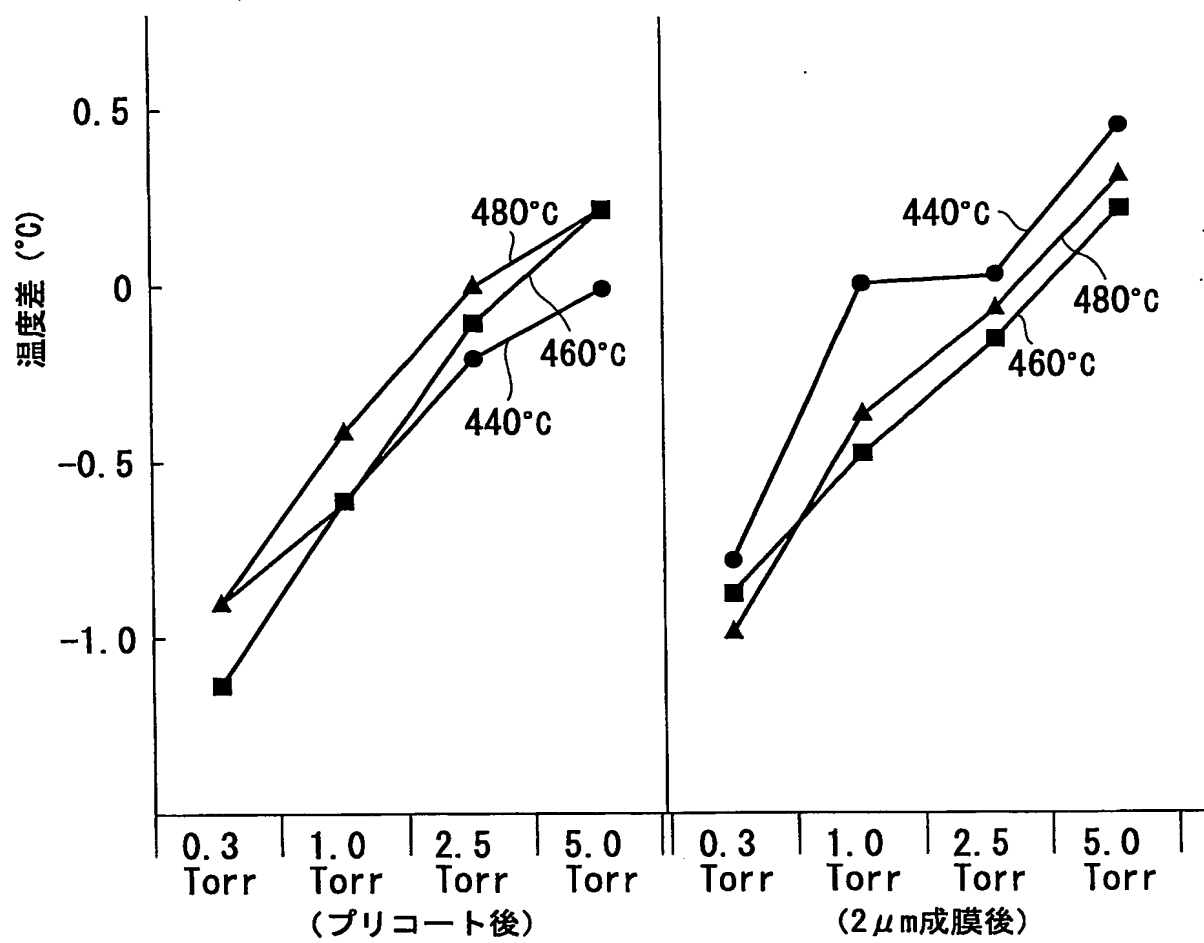


FIG. 6

5/15

FIG. 7

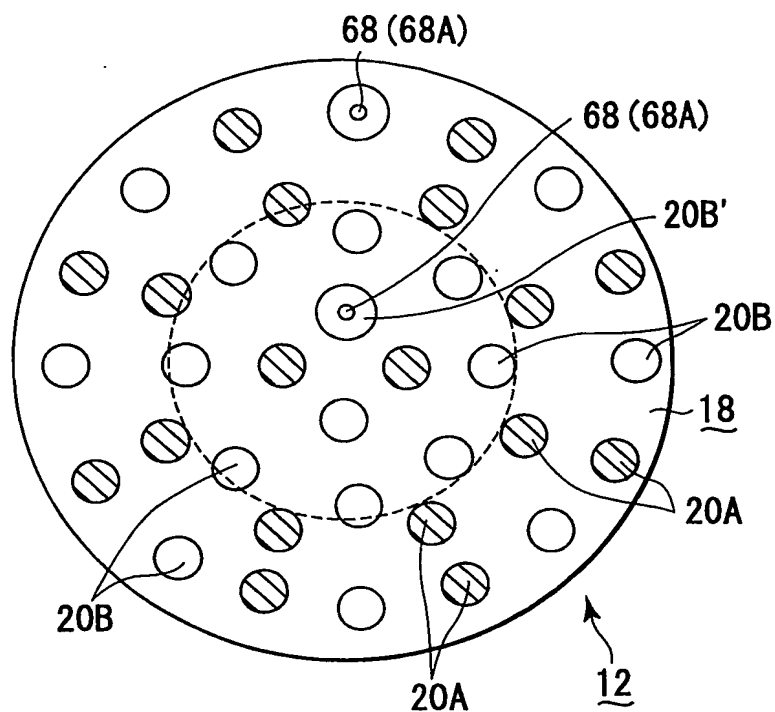
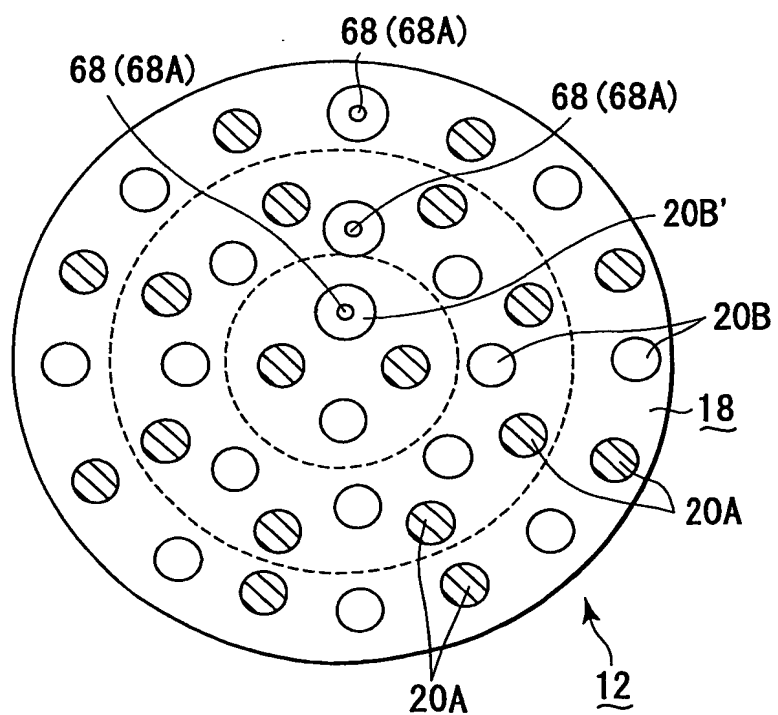


FIG. 8



6/15

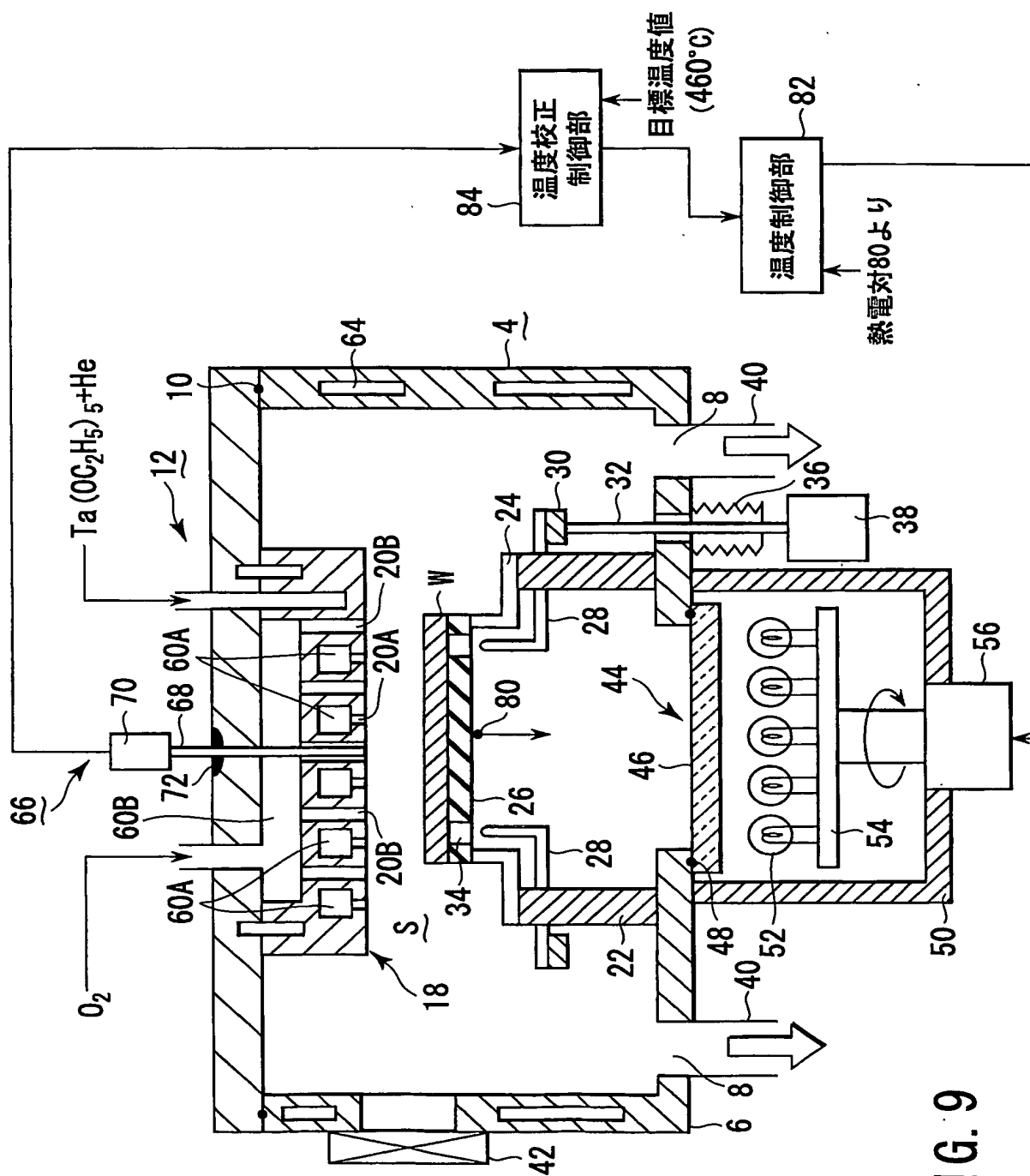


FIG. 9

7/15

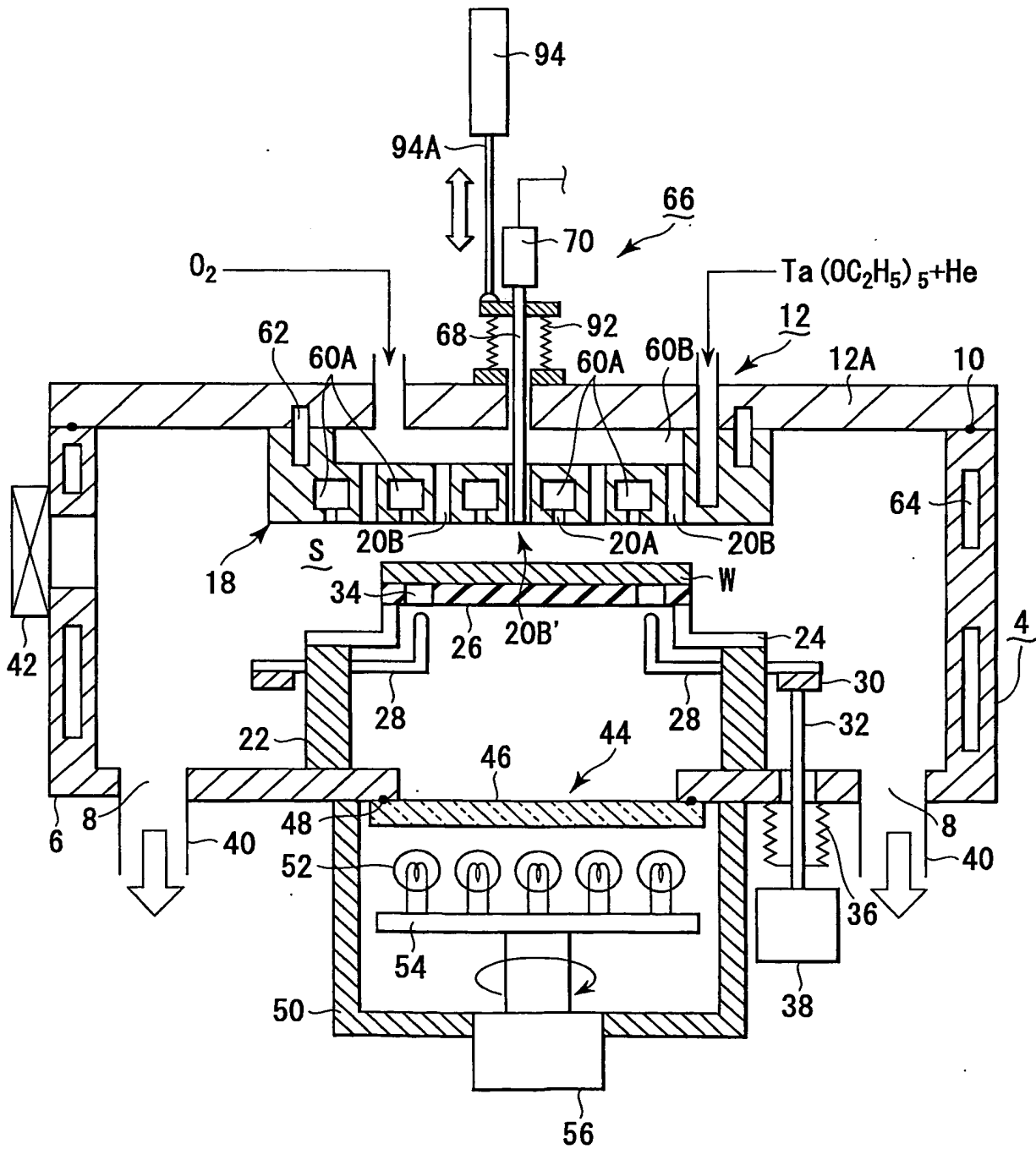


FIG. 10

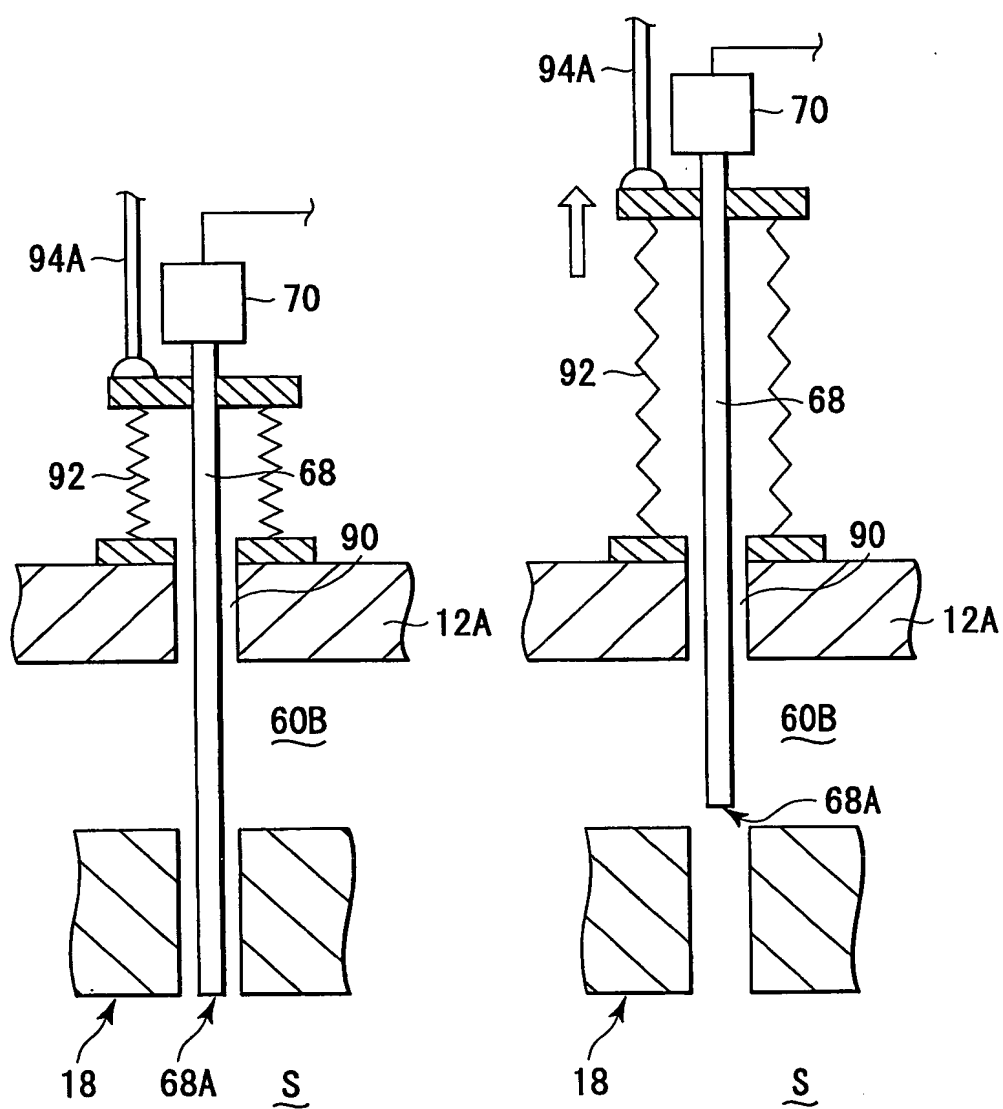


FIG. 11A

FIG. 11B

9/15

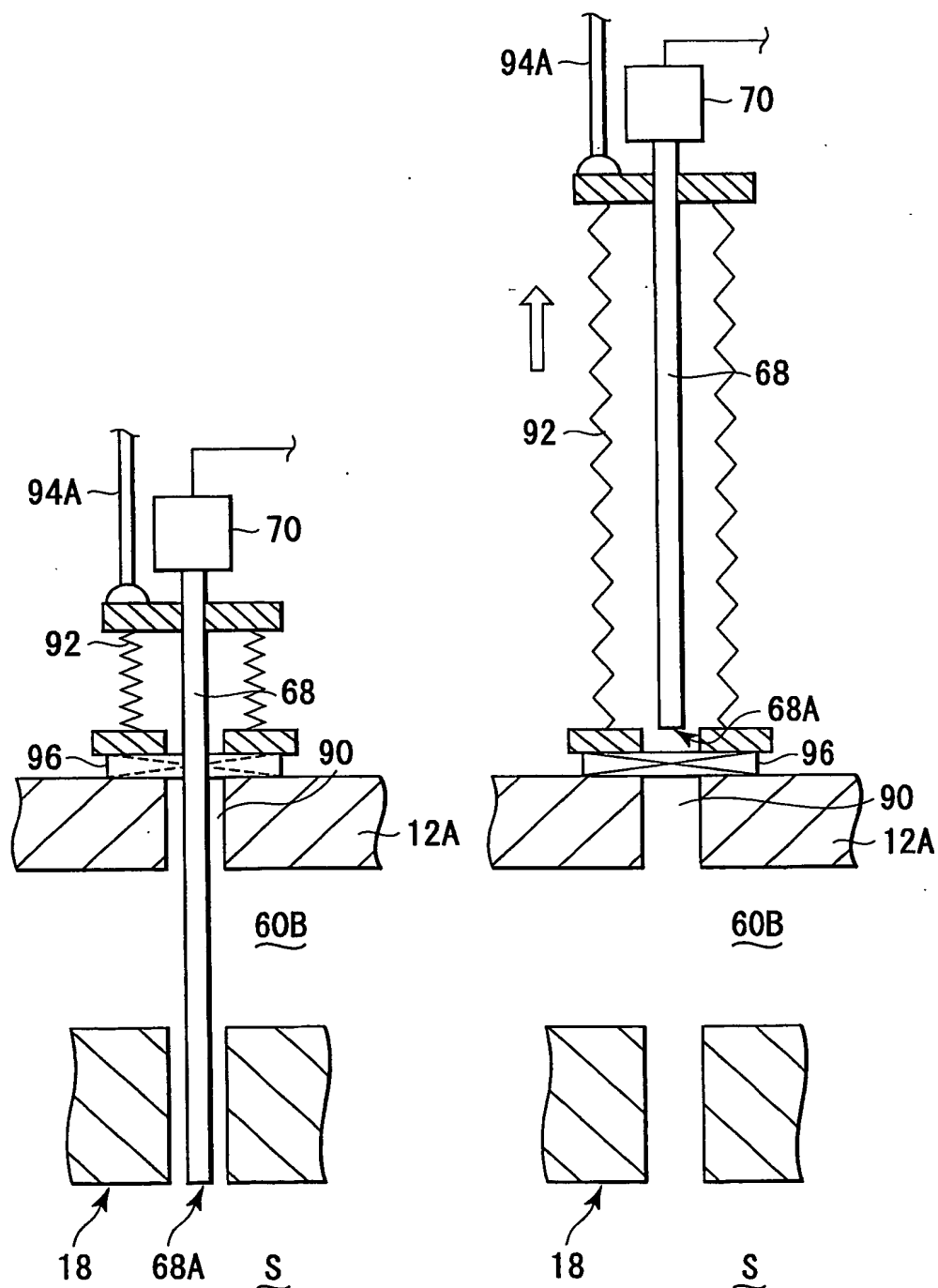


FIG. 12A

FIG. 12B

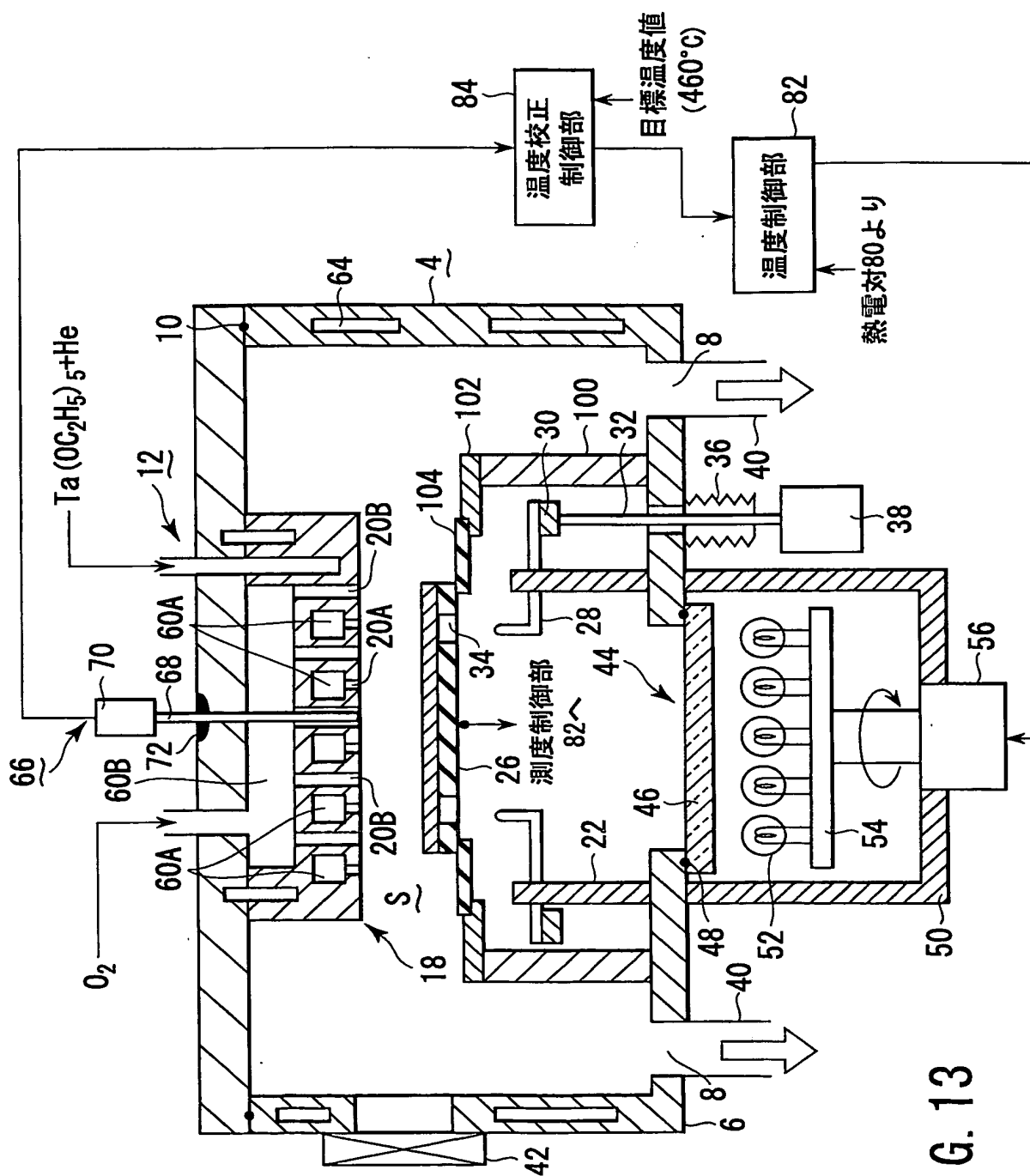


FIG. 13

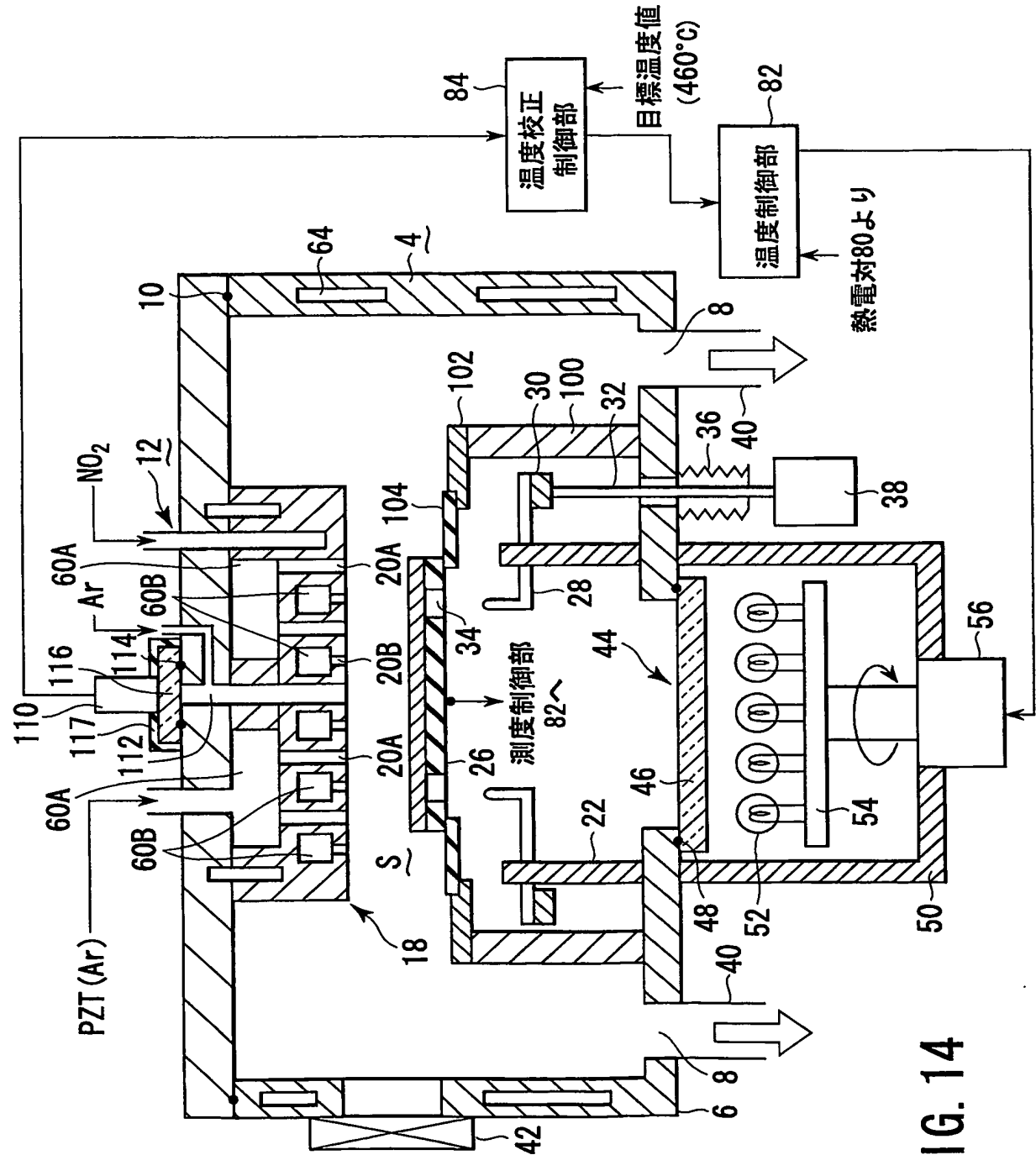


FIG. 14

12/15

	熱電対 (°C)	放射温度計 (°C)	温度差 (°C)
1	433.0	435	+2.0
2	432.8	434.7	+1.9
3	432.8	434.5	+1.7
4	433.0	434.7	+1.7
5	432.9	434.6	+1.7
6	432.9	434.6	+1.7
7	432.8	434.6	+1.8
8	432.8	434.6	+1.8

FIG. 15

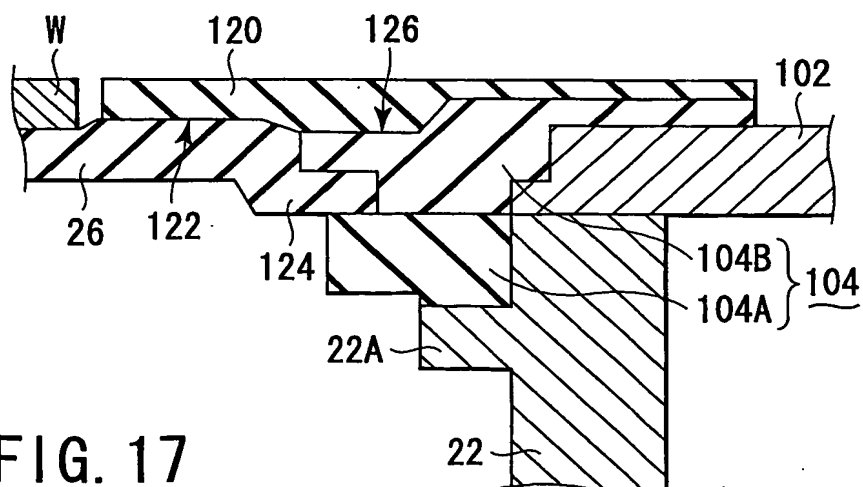


FIG. 17

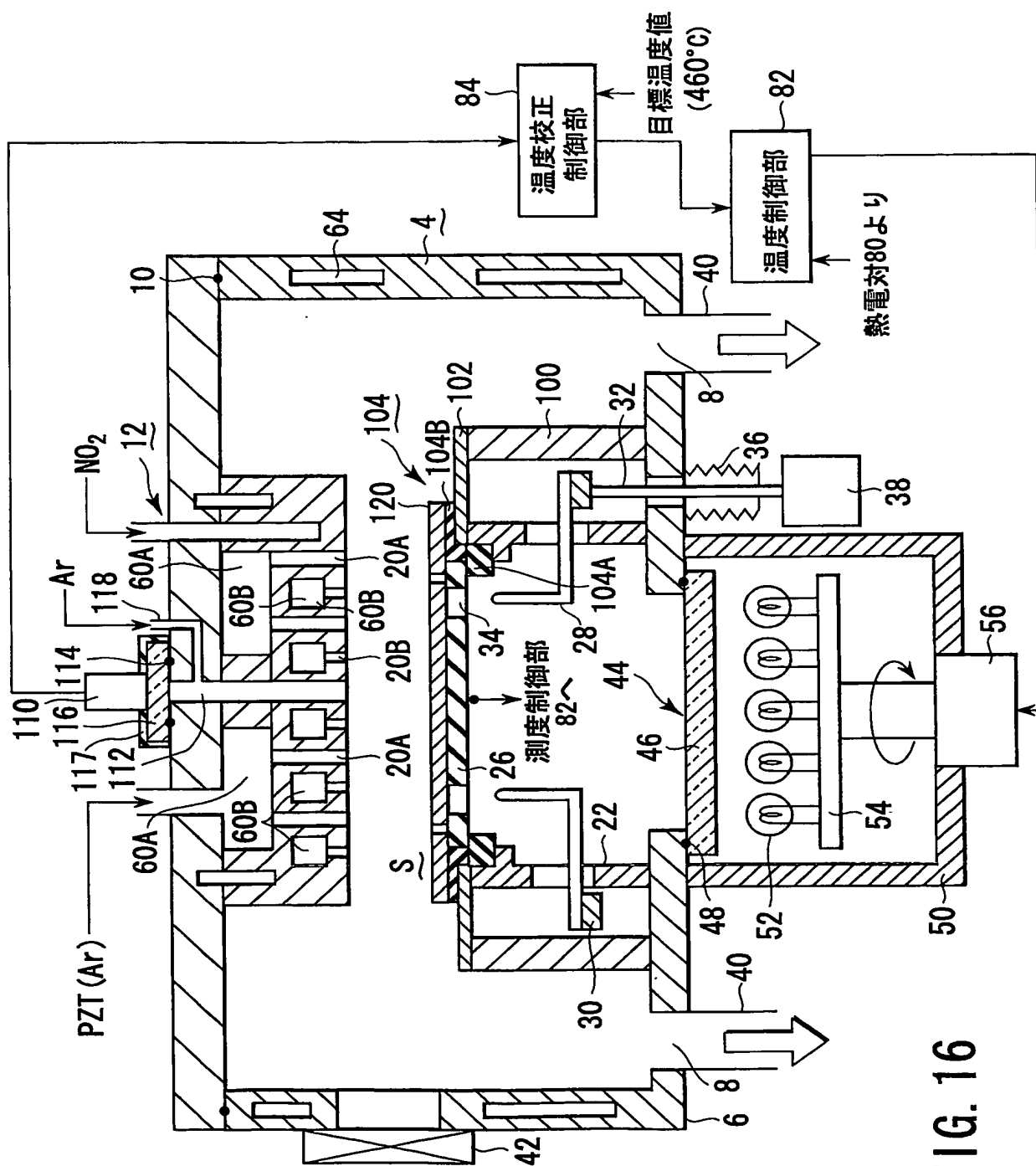


FIG. 16

14/15

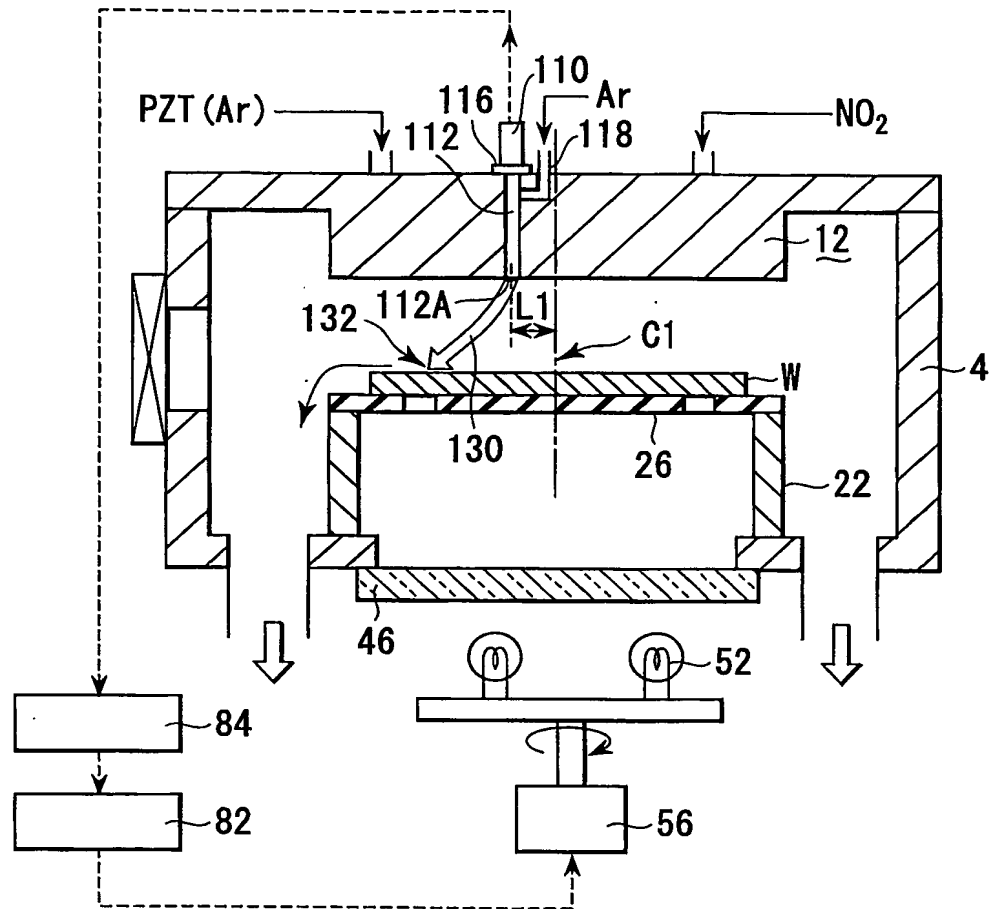


FIG. 18

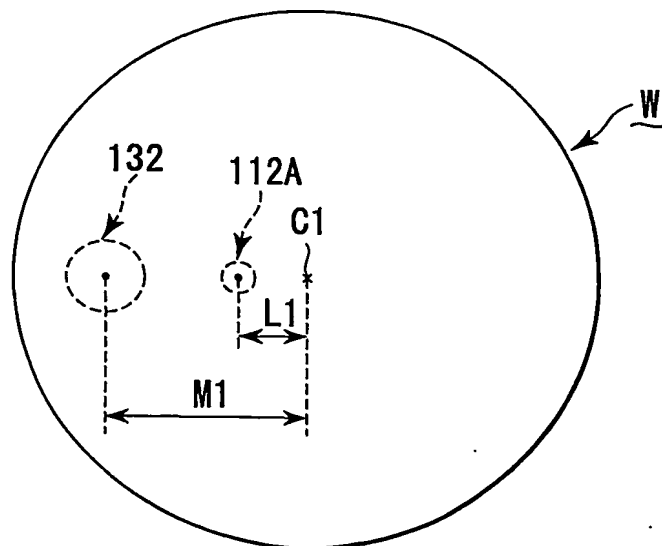


FIG. 19

15/15

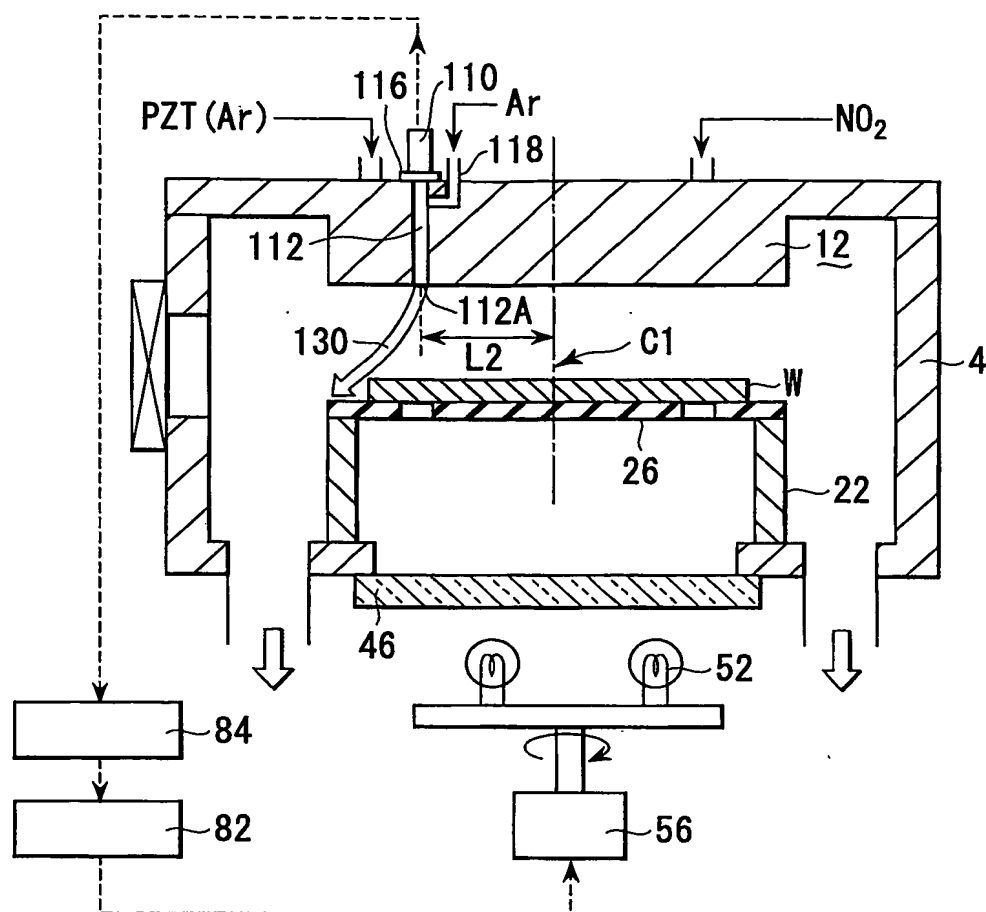


FIG. 20

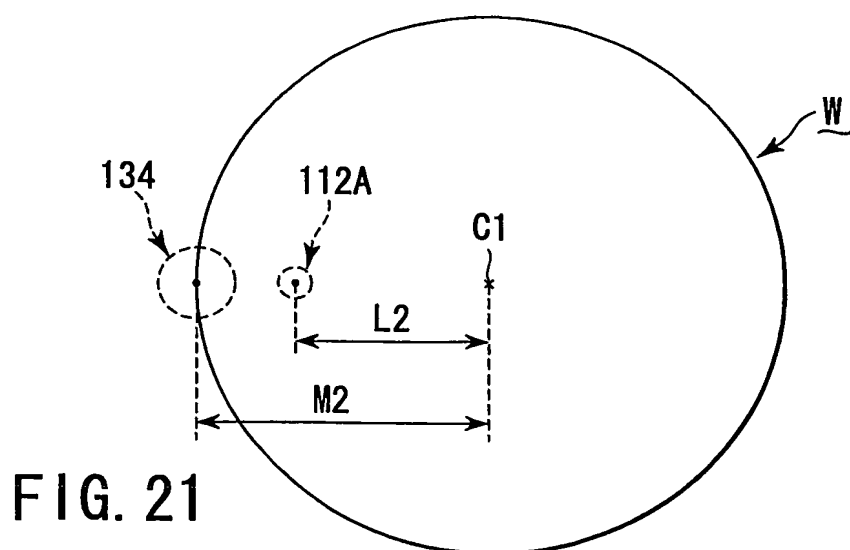


FIG. 21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/02327

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H01L21/31

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ H01L21/31

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7-134069 A (Hitachi, Ltd.), 23 May, 1995 (23.05.95), Full text (Family: none)	1-33

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
11 June, 2003 (11.06.03)

Date of mailing of the international search report
17 June, 2003 (17.06.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/31

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/31

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 7-134069 A (株式会社日立製作所), 1995. 05. 23, 全文 (ファミリなし)	1-33

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.06.03

国際調査報告の発送日

17.06.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田代 吉成



4R

9448

電話番号 03-3581-1101 内線 3470